

**AUTOMATIZACIÓN DE APERTURA DE PUERTAS Y DOSIFICACIÓN DE AGUA  
Y ALIMENTOS PARA UN RECINTO AVÍCOLA EN LA MESA-CUNDINAMARCA**

**EDGAR LEONARDO ORTIZ VILLAMIL  
CÓDIGO 701599  
JAVIER PEDRAZA MOLINA  
CÓDIGO 701808**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ  
2019**

**AUTOMATIZACIÓN DE APERTURA DE PUERTAS Y DOSIFICACIÓN DE AGUA  
Y ALIMENTOS PARA UN RECINTO AVÍCOLA EN LA MESA-CUNDINAMARCA**

**EDGAR LEONARDO ORTIZ VILLAMIL  
CÓDIGO 701599  
JAVIER PEDRAZA MOLINA  
CÓDIGO 701808**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**

**Director  
José León León  
Ingeniero en Control, Magister en Ingeniería Electrónica**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ  
2019**



La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución 2.5 Colombia (CC BY 2.5)**  
Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/co/>

#### Usted es libre de:

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas
- hacer un uso comercial de esta obra



#### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá, mayo, 2019

El proyecto que realizamos lo dedicamos a nuestros padres, ya que ellos nos brindaron la confianza y nos acompañaron en este camino de aprendizaje; a nuestros profesores por compartir su conocimiento y corregir nuestras falencias en el proceso de aprendizaje; a nuestros compañeros que de una u otra forma nos tendieron la mano y nos ayudaron para la ejecución de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En el ciclo que estamos finalizando, agradecemos a Dios por permitirnos enriquecernos de aprendizajes y lograr cumplir nuestro objetivo profesional.

En el camino de este proyecto agradecemos a nuestro director José León, por aportar su conocimiento en el proyecto de investigación, como también en la misión del desarrollo y aprendizaje del proyecto, quien nos guio a través de este tiempo.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos específicos.	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	23
1.5.1 Alcance	23
1.5.2 Limitaciones	23
1.6 MARCO DE REFERENCIA	24
1.6.1 Marco conceptual	24
1.6.1.1 Microcontroladores	24
1.6.1.2 Microcontrolador de Microchip PIC 16f877a	25
1.6.1.2 Sensores de nivel y métodos de medición de nivel	31
1.6.1.3 Sensor de Nivel Capacitivo	33
1.6.1.4 Sensor de humedad	35
1.6.1.5 Sensores de nivel conductivo	35
1.6.1.6 Sensor de nivel ultrasónico	36
1.6.1.7 Motores DC	38
1.6.1.8 Motor serie.	40
1.6.1.10 Cantidad de alimento que necesitan las gallinas ponedoras según su edad	41
1.6.1.11 Consumo de alimento concentrado durante el período de costura	41
1.6.1.12 Como alimentar gallinas de razas especializadas	41
1.7 METODOLOGIA	44
1.7.1 Fase 1	44
1.7.2 Fase 2.	44
1.7.3 Fase 3	45
1.7.4 Fase 4	45
2. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	46
2.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES	46
2.1.1 Criterios	46
2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES	50
2.2.1 Fuente y reguladores de energía. El dosificador de alimento, dosificador de agua, control de apertura y cierre de puertas, balanza de peso, entre otros, se encuentran conectados a un tablero de control, dicho tablero utiliza una fuente de energía eléctrica encargada de suministrar la energía requerida por el sistema. La	

fuelle principal del dispensador es de 12V/8A. Para energizar los m6dulos controladores, sensores estos trabajan a 5V (v6ease la Figura 21).	52
3. PRUEBAS	54
3.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO	54
En la realizaci6n de pruebas se utilizaron 2 aves, con la primera se medía el crecimiento con alimentaci6n de forma manual durante 4 semanas, y tomando los datos de medici6n cada 2 días. Con la segunda ave se utiliz6 para tomar su crecimiento con alimentaci6n autom6tica, y como con la anterior, se tomaba los datos de medici6n cada 2 días. La informaci6n se puede visualizar en la tabla 5 y 6. El instrumento de medici6n fue una balanza y el patr6n de medici6n son las unidades de gramos.	55
3.1.1 Bit6cora de crecimiento con alimentaci6n de modo manual y crecimiento con alimentaci6n de modo autom6tico (avance)	55
3.1.2 Comparativo bit6cora manual vs autom6tico.	57
4. CONCLUSIONES	58
5. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	66



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Cantidad de Aliemento para Gallinas según su Edad	41
Tabla 2. Consumo de alimento durante el periodo de costura	41
Tabla 3. Características y Ventajas según el Sistema de Manejo	43
Tabla 4. Características Elementos Utilizados	54
Tabla 5. Bitácora crecimiento ave- Alimentación Manual	55
Tabla 6. Bitácora Crecimiento ave- Alimentación Automático	56

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Docificador de agua por medio de pipetas	19
Figura 2. PIC16f877	26
Figura 3. Arquitectura Interna del PIC16f877	27
Figura 4. Mapa de memoria de programa (FLASH)	28
Figura 5. Registros del PIC 16F877 y sus Direcciones	30
Figura 6. Medidor Nivel Desplazadores	31
Figura 7. Medidor de Presión Hidrostatica	32
Figura 8. Sensor de Nivel Capacitivo	33
Figura 9. Componentes de un Sensor Capacitivo	34
Figura 10. Sensor de nivel conductivo	36
Figura 11. Sensor de Nivel Ultrasonico	37
Figura 12. Motor de Corriente Continua	39
Figura 13. Motores Eléctricos	39
Figura 14. Diseño Metodologico	44
Figura 15. PIC 16f877a	46
Figura 16. Sensor de Nivel Funduino	46
Figura 17. Sensor de peso 611n10Kg/1.0	47
Figura 18. Motor de 12 Voltios	48
Figura 19. Diagrama de Bloques	50
Figura 20. Muestra el Diagrama Esquemático del Circuito Correspondiente al Módulo de Control PIC 16 f877a	51
Figura 21. Diagrama Interno Diseño de Baquela PCB	52
Figura 22. Explicación de las Etapas del Código de Programación	53
Figura 23. Gallina en Galpón Finca Villa los Pablos	54
Figura 24. Evolutivo -Metodo Alimentación Manual	56
Figura 25. Evolutivo-Metodo Alimentacion Automatica	57
Figura 26. Alimentacion Manual Vs Alimentacion Automatica	57

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diseño tablero de Control para recinto agrícola	66
Anexo B. Diseño ubicación de elementos al interior de recinto avícola	67
Anexo C. Diseño ubicación aérea de Elementos	68
Anexo D. Prueba funcionamiento dosificador de alimentos	69
Anexo E. Prueba Funcionamiento Dispositivo Medidor o Balanza de Peso	70
Anexo F. Construcción Panel de Control para recinto Avícola	71
Anexo G. Pruebas Electrónicas de Sensores y Actuadores, Después Programación del PIC 16f877a	72
Anexo H. Caja de Control Implementada en Campo.	73
Anexo I. Funcionamiento de apertura y cierre de puerta en Campo.	74
Anexo J. Funcionamiento de Dosificador de Agua en Campo.	75

## GLOSARIO

**AUTOMATIZACIÓN:** es un conjunto de elementos que conforman un sistema para controlar máquinas o procesos industriales.

**AVICORVI S.A.S:** empresa del sector avícola, que tiene como objetivo el desarrollo de nuevos productos.

**AVICULTURA:** es la práctica de cuidar y criar aves para diferentes fines.

**CODORNAZA:** desecho utilizado como abono o alimento para aves.

**COLAVES:** empresa que se proyecta como una de las compañías más importantes de la producción de pollitos.

**MICROCONTROLADOR:** dispositivo programable que ejecuta una serie de procesos almacenados en su memoria, se compone de un sistema, el cual tiene unidad de procesos, memoria y elementos de entrada y salida.

**RASPADOR:** máquina de limpieza para raspar el estiércol de la jaula de pollos de engorde para granja de pollos.

**SILO:** lugar seco en donde se almacena el trigo u otros granos, semillas o forraje.

**TEMPERATURA:** es una magnitud física que está relacionada con la sensación de calor y frío.

**TETINA:** sistema de hidratación para aves.

**TOLVA:** recipiente similar al embudo destinado al depósito y canalización de alimento.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la industria avícola ha dado un gran paso hacia la innovación e implementación de nuevas tecnológicas; sin embargo, en Colombia esta implementación suele ser costosa, pues “tan solo el 20% de los galpones realizan automatización”<sup>1</sup>, es decir, las grandes empresas como MACPollo®, Colaves, que cuentan con la capacidad económica para ello. Es por esto que, el presente proyecto grado trata sobre la automatización de mecanismos al interior de un recinto avícola tales como la apertura y cierre de compuerta y el sistema de dosificación de agua y alimento para las aves; tomándose como punto de referencia investigaciones, proyectos y antecedentes similares a éste, para así poder ofrecer una alternativa que mejore las condiciones de crianza de las aves de galpón y, apoye al campesino o granjero en sus labores diarias, contribuyendo con el su crecimiento socio económico y calidad de vida.

En este sentido, una de las tantas innovaciones, que genera beneficios, tiene que ver con el control de la alimentación de las aves pues, con los comederos automatizados se puede tener un ahorro en el consumo diario de 15 gramos por ave; adicionalmente, el costo de producción disminuiría, sin alterar un punto relevante como lo es la calidad de la carne ya que, se brindaría alimento balanceado y apropiado para la edad del animal.

Por otro lado, el aspecto relacionado con la salubridad mejoraría de un 10% a un 20%, gracias a la implementación de bebederos donde el líquido no quede expuesto durante días, pues, como lo comentó uno de los campesinos aledaños a la zona de intervención, esta mejora disminuye bacterias y en algunos casos también las infecciones en las aves, ya que, estos bebederos y comederos se automatizan para que arrojen la cantidad necesaria de alimento para el animal a ciertas horas del día programadas según su proceso de crianza.

---

<sup>1</sup> SERRANO, José Abelardo. Si el mercado lo permite [en línea]. Bogotá: En Colombia [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://encolombia.com/veterinaria/publi/fenavi/f84/fenav-26/>>

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

La evolución que han tenido las tecnologías usadas para la cría de aves de corral se ha venido presentando de comienzos del siglo XX, según la investigación desarrollada por la Jefe de Estudios Económicos Regionales del Banco de la República<sup>2</sup>, en 1913 se realiza la publicación por parte del Ing. Tulio Ospina de un manual donde sugirió la implementación de corrales similares a los usados en ese entonces en granjas norteamericanas y europeas; planteando, igualmente la necesidad de seleccionar las razas de aves para el desarrollo de la avicultura. Por otro lado, en la década de los 50 se empezó a observar un incremento en la instalación de granjas avícolas tecnificadas, en las que se implementaba el pastoreo y semiconfinamiento; sin embargo, con el tiempo, esta técnica se volvió obsoleta, siendo reemplazada por un confinamiento total de las aves. Esta habilidad fue promovida e instruida por técnicos educados en Estados Unidos y Europa a personas en distintos lugares de Colombia.

A pesar de esto, se ha observado desde entonces que, en Colombia no existen muchos gallineros automatizados, así como tampoco se cuenta con la suficiente dedicación requerida para esta labor, lo cual conlleva según la FAO<sup>3</sup> a que, se presenten problemas por la falta de atención y mala alimentación a la aves, y al mal manejo sanitario que se tiene en los criaderos, afectándolas de igual forma. De igual manera el sector avícola si ha tenido una evolución en otras actividades como la modernización de la incubación de especies, hasta la ventilación de los corrales por medio de la instalación de termostatos.

Otras investigaciones han mostrado el desarrollo de tecnologías aplicables al manejo de corrales de aves, tal es el caso de la tesis de Gustavo Egúez y Jaime Vásconez, en la cual se mostró “el prototipo de un galpón para el sistema de control de temperatura, humedad, supervisión y control remoto”<sup>4</sup>, en la investigación se encontró que la principal problemática que mostraba el galpón era la humedad, por tanto, utilizaron sensores de temperatura y humedad, así como extractores de calentadores a gas y extractores de bajo y alto caudal, solucionar el problema. Así mismo también se evidenció que el sistema de alimentación empleado en dicho galpón era manual, por lo que se propuso cambiarlo a un sistema automático; de manera tal que, aumentara la capacidad del silo, para que el alimento arrojado allí fuera impulsado por medio de un motor que llegara a la

<sup>2</sup> AGUILERA DÍAZ MARÍA. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología. En: Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Diciembre, 2014. no. 14, p. 3

<sup>3</sup> ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. Manual de Capacitación para trabajadores de Campo en América Latina y el Caribe [en línea]. Roma: FAO [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s00.htm#TopOfPage>>

<sup>4</sup> EGÚEZ, Gustav y VÁSCONEZ, JAIME. Automatización del Galpón de crianza avícola A-1. Quito: Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Eléctrica y Electrónica. Modalidad trabajo de grado, 2007. p. 5

línea de transporte y de igual forma se depositaran en los comederos, donde se localizaba sensor de peso el cual activaba el paso del alimento según éste encontrarse por debajo del peso estipulado.

Otro avance significativo en tecnología para el sector de la avicultura fue, el sistema para recolectar y extraer el estiércol producido por las aves, evidenciándose este avance en la investigación realizada por Andrez Segovia<sup>5</sup>, en la que se realizó un diseño electrónico que implementa niveles de temperatura usando un sensor LM35 para proporcionar la temperatura requerida, incorporando igualmente ventiladores; luego de esto, se juntó un sistema de control para la activación del movimiento de las bandas, para lo cual se tuvo en cuenta un cepillo al final de cada banda, el cual permitía que no se pegara a la banda la codornaza al momento de ser depositada al recipiente de desechos; este movimiento se activaba cuando el gas amoníaco llegaba al nivel del sensor instalado. Por otro lado, para la función del sistema, tuvieron en cuenta la interface HMI para hacer el circuito electrónico, el cual no ejecuta acciones, sino por el contrario, debe esperar las instrucciones por el operario para realizar la configuración y automatización de éste.

Ahora bien, para Miguel Sarmiento e Iván Vargas<sup>6</sup> estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira, la adecuada alimentación en las aves es valiosa para su desarrollo, por lo que, consideraron necesario un sistema de alimentación correcto que garantizara la distribución del alimento donde la cantidad fuera requerida, permitiendo una solución innovadora y de bajo costo. En este sentido, el diseño y proceso que realizaron se caracterizó por lo siguiente: un PIC16F877A y reloj en tiempo real DS1307 bidireccional, el cual maneja un bus de 2 hilos y un transmisor de datos, estos datos son recibidos por los pines SDA y SCL. Por otra parte, para medir el peso del alimento, utilizaron un PIC16F877A y celda de carga de aluminio. Este elemento tuvo implementado un puente Wheatstone con compensadores de temperatura para disminuir el error de medida. Adicionalmente, se utilizó un amplificador de instrumentación AD620 que necesitó una resistencia externa para realizar un buen ajuste en la alimentación desde una batería. Finalmente, durante las pruebas que efectuaron se evidenció un ruido en la medida del peso, por lo que optaron por utilizar un filtro digital con PIC.

Luego de ser implementado el sistema para controlar el tiempo y el peso del alimento, se requirió un dispositivo de dosificación, con el cual se pudiera realizar dicha actividad en horas establecidas, por lo que implementaron un servomotor controlado mediante modulación por ancho de pulso (señal PWM), indicando la posición exacta del eje según el ciclo de la señal enviada. Después de incorporar

---

<sup>5</sup> SEGOVIA, Andrez. Diseño e implementación de prototipo para sistema automatizado de recolección y extracción de codornaza en módulos de explotación de codorniz. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2014. p. 12

<sup>6</sup> SARMIENTO, Miguel y VARGAS, Iván. Comedero automatizado para pollos de engorde. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías. Modalidad trabajo de grado, 2014. p. 15

estos dispositivos adjuntaron la memoria EEPROM la cual tiene la capacidad de ser reprogramada por la CPU del PIC y almacenar los últimos datos, evitando que se pierda la información en caso de presentarse un inconveniente de estática. Como resultado a la implementación de este sistema el usuario podía configurar la hora y cantidad deseada de comida a suministrar, así mismo las raciones se ajustarán en cuanto al tiempo y peso.

Otro de los avances tecnológicos en la avicultura, es el monitoreo en el proceso de crianza de pollos, en el que se implementan sensores para identificar la humedad y temperatura de la zona, estos sistemas electrónicos permiten redes inalámbricas, y se puede analizar las posibles causas del cambio de ambiente en los criaderos. Gracias a estos avances tecnológicos Juan González, Juan Monroy y Audrey Patarroyo<sup>7</sup>, estudiantes de la Universidad de San Buenaventura, implementaron un prototipo donde identificaron la zona que presentaba el cambio de temperatura, instalaron una red compuesta por 4 nodos (XBEE PRO serie 2) en la zona crítica (centro del galpón), utilizando un software llamado Zigbee Operator, para realizar toma de datos en distintas horas del día, evidenciándose el cambio significativo que tiene la humedad y que puede generar posibles daños en el ave (gallina) y por ende en la calidad de la carne.

Como se ha mostrado, en la agricultura la temperatura y la humedad en la cría de aves son dos variables fundamentales para el correcto crecimiento o desarrollo de las especies, por lo que su automatización es una buena alternativa para evitar falencias; razón por la cual Edison Acosta y Daniel León<sup>8</sup> estudiantes de la Universidad Católica de Colombia, realizaron un sistema de control para estas dos variables. Destacándose que para las entradas tomaron mediciones a partir de los sensores instalados; por lo que para la temperatura instalaron un sensor MXL90615, este elemento es infrarrojo por lo que no requería contacto directo con las plantas; mientras que para la humedad emplearon un sensor HIH-4000, con capacidad para medir desde 0% hasta un 100% de humedad relativa de la zona intervenida; otros materiales usados fueron extractores, válvula de apertura, y motores.

Otro proyecto de investigación en automatización fue el diseño de un sistema automático de selección de frutos de café mediante técnicas de visión artificial desarrollado por Jean Carlos Herrera y Manuel Medina<sup>9</sup> estudiantes de la Universidad Autónoma del Caribe, en el cual implementaron una banda transportadora, para luego instalar cámaras con visión RGB, sin olvidar la

<sup>7</sup> GONZALÉZ, Juan; MONROY, Juan y PATARROYO, Audrey. Monitoreo de variables ambientales influyentes en la crianza de pollos de engorde utilizando redes de sensores inalámbricas. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2011. p. 13

<sup>8</sup> ACOSTA, Edison y LEÓN, Daniel. Prototipo de control para un cultivo de tomate cherry en un invernadero. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2015. p. 14

<sup>9</sup> HERRERA, Jean Carlos y MEDINA, Manuel. Diseño de un sistema automático de selección de frutos de café mediante técnicas de visión artificial. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe. Facultad de Ingeniería Mecatrónica. Modalidad trabajo de grado, 2015. p. 22



iluminación que fue LED para facilitar la detección de la broca. Cabe resaltar que, la intensidad lumínica se reguló a través del código Arduino, modificando el ancho de pulso de la señal PWM enviada, igualmente el motor fue controlado por esta misma señal. La detección del café se realizó a través de un sensor CNY70, para que una vez éste fuera activado, el servomotor se accionaba por los algoritmos de visión artificial; concluyéndose que el sistema propuesto fue capaz de identificar al color, el café que se encontraba en buenas condiciones y malas condiciones.

Edgar Orozco fundador de AVICORVI S.A.S diseñó los bebederos de nipple que evaden el desperdicio del agua y mejora la higiene en el galpón, por otra parte, realizó “el diseño de comederos automáticos que funciona con circuito cerrado de dos líneas atendido por un motor de corriente alterna”<sup>10</sup>.

Así mismo, un factor determinante en los sistemas automatizados en el sector avícola es el ahorro, en este sentido, José Serrano presidente de Colaves, ha resaltado que, en los comederos, pasar del tradicional al automático representa un ahorro diario de 15 gramos de alimento por ave, que su caso, al tener 240.000 aves, “representan \$882.000, que al año se convertiría en \$300 millones de pesos en ahorro” <sup>11</sup>. Adicionalmente, expone que la bebida de los animales es mucho más higiénica por medio de las pipetas utilizadas, evitando que el agua se contamine.

Al respecto, en el artículo "instalaciones para pollo de Engorde" escrito por José Moreno Martínez, se muestran las tendencias generales que la mayoría proyectos están implementando en la actualidad en granjas avícolas. Además, define algunos parámetros fisiológicos de los pollos, modificándolos para aumentar la producción, diseñando y mejorando nuevas técnicas de explotación en granjas avícolas. Por otra parte, se evidencia que el trabajo de los avicultores se ha racionalizado cada vez más y hoy se puede contar con personal bien preparado en este campo. El artículo es contundente al afirmar que, “estas perspectivas aseguran que la avicultura continuará en auge para seguir siendo uno de los referentes de primer orden en las producciones animales”<sup>12</sup>.

Por otro lado, y según Manuel D. Sánchez<sup>13</sup> autor de la revista para la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), los requisitos nutricionales de los animales

<sup>10</sup> SARMIENTO DIAZ, Miguel Ángel y VARGAS VELEZ, Pierre Iván. Comedero automatizado para pollos de engorde. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Modalidad Trabajo de grado, 2014. p. 16

<sup>11</sup> SERRANO, José Abelardo. Si el mercado lo permite [en línea]. Bogotá: En Colombia [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://encolombia.com/veterinaria/publi/fenavi/f84/fenav-26/>>

<sup>12</sup> MORENO MARTINEZ, José. Especial Instalaciones [en línea]. Madrid: Revista Selecciones Avícolas [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/7/6162-instalaciones-para-pollo-de-engorde.pdf>>

<sup>13</sup> SANCHEZ, Manuel D. Revista de la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) [en línea]. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2004/REVISTA%2003%20Y%2004/19%20ESTRATEGIAS%20ALIEMENTICIAS.pdf>>

de una granja avícola, son importantes para la crianza pues, con la combinación de diversos ingredientes, una buena preparación de los alimentos, según las diferentes especies, razas, fases del desarrollo y estados fisiológicos; hace que los costos de crianza sean rentables tanto para el productor como para el distribuidor.

Adicionalmente, para A. Florez<sup>14</sup> la crianza de aves en recintos agrícolas es importante pues, se debe enfocar la alimentación de los animales en aminoácidos y proteínas, con el fin de lograr los objetivos planteados. Por otro lado, indica que se pueden generar alimentos opcionales para las aves a partir de recursos propios que genera la familia, como por ejemplo: trampas para moscas e insectos, cultivos de larvas para moscas, cultivos de lombrices de tierra, cultivos de termitas y cultivos de cucarachas. No obstante sugiere que la alimentación de las aves se puede suplementar con granos como maíz, sorgo y arroz.

Al respecto, en el Manual y Manejo de Aves de Patio de Cristóbal Villanueva, se resalta que, el alimento debe ser de la mejor calidad y en la demanda que el ave lo requiera, esto con el fin de evitar desperdicio y costos innecesarios, adicionalmente, recomienda que el alimento provenga o se produzca en el sector o finca donde se esté desarrollando el proyecto productivo, esto con el fin de mejorar costos, en especial para los métodos extensivos o semi-intensivos, finalmente, sostiene que “los principales nutrientes para una adecuada alimentación son los siguientes: agua, proteína, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales”<sup>15</sup>.

Ahora bien, el hecho de instalar equipos como lo indica Joan Pey<sup>16</sup>, para suministrar agua a las aves a través de sistemas de tetinas o dosificadores, no garantiza que se obtengan de buenos mejores resultados y puedan desarrollar todo su potencial genético, sin embargo, aclara que, si no conoce bien cómo manejar estos equipos, los resultados no serán los esperados, por tanto la experiencia se convertirá en una frustración para el avicultor que haya invertido en ellos. Por tal razón, es importante revisar cuáles son los componentes de un sistema de tetinas o dosificadores, para lo cual se sugiere instalar un panel de control para la distribución del agua a las líneas, ubicando el filtro y accesorios como un medidor de consumo, un dosificador de cloro, entre otros. Este panel

---

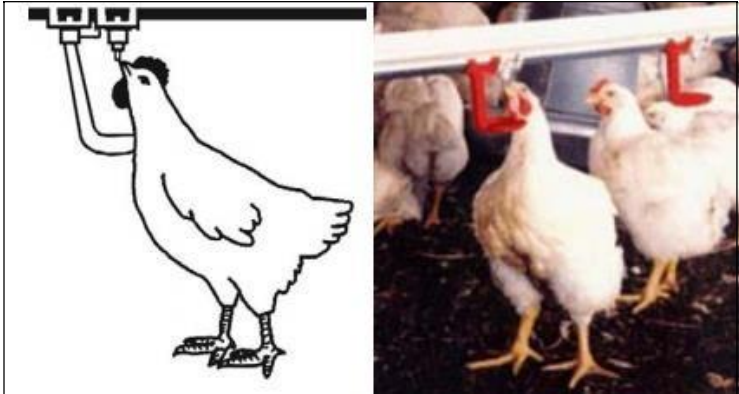
<sup>14</sup> FLORES, A. Programas De Alimentación En Avicultura: Ponedoras Comerciales [en línea]. Lima: Trouw Ibérica [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/ALIMENTACION-DE-POLLITASPRO.pdf> >

<sup>15</sup> VILLANUEVA, Cristóbal; OLIVA, Amada; TORRES, Ángel; ROSALES, Manuel; MOSCOSO, Carlos y GONZÁLEZ, Eunice. Manual de producción y manejo de aves de patio [en línea]. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf) >

<sup>16</sup> PEY, Joan. Manejo De Bebederos De Tetinas Para Pollos De Engorde [en línea]. Madrid Revista Selecciones avícolas [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/7/006-013-Manejo-bebederos-tetinas-pollos-engorde-SA201407-SA201407.pdf> >

debe situarse en un lugar accesible y comodo para el avicultor, habitualmente en el local técnico (véase la Figura 1).

**Figura 1. Docificador de agua por medio de pipetas**



Fuente. PEY, Joan. Selecciones avícolas [en línea]. Madrid: Revista Selecciones Avícolas [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/7/006-013-Manejo-bebederos-tetinas-pollos-engorde-SA201407-SA201407.pdf> >

En cuanto más opciones de bebederos, Abel Gernat, autor del libro *Avicultura Profesional*, manifiesta que, los bebederos de válvula para aves comerciales, son un factor muy importante en la etapa productiva de los animales, pues esto depende su bienestar y crecimiento a corto, mediano y largo plazo. Por otro lado, resalta ciertas ventajas al momento de utilizar bebederos de válvula, resaltando que, a diferencia de los bebederos a campo abierto, las bacterias no proliferan de manera rápida en los de válvula. Por último, sugiere que, para optimizar la cantidad de elementos o sistemas distribuidores de agua, se requiere tener en cuenta la climatología de la zona, pues, por ejemplo, en las zonas cálidas hay que aumentar la capacidad de sistemas de distribución. “En una nave por ejemplo con medidas de 16 metros de ancho, lo normal es montar 5 líneas de tetinas, con una distancia entre las de la misma línea de 20 a 25 cm”<sup>17</sup>.

Finalmente, en el artículo “Sistema de Instrumentación y Control para Tanques de Almacenamiento de Agua Potable”, los autores sugieren que al implementar un sistema de control, éste “permite visualizar dos variables distintas: temperatura y nivel de tanque (mediante sensor óptico y sensor capacitivo)”<sup>18</sup>. Por tanto, para tal fin, parametrizaron y ajustaron las curvas de los sensores o dispositivos para enviar la señal a una tarjeta de desarrollo, la cual, según ellos, permitió hacer la

<sup>17</sup> GERNAT, Abel. Bebederos de válvula para ponedoras comerciales [en línea]. Cataluña: *Avicultura Profesional* [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi\\_a1994m11v36n11/selavi\\_a1994m11v36n11p735.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1994m11v36n11/selavi_a1994m11v36n11p735.pdf) >

<sup>18</sup> VARGAS GUATIVA, Javier Andrés; LÓPEZ VELÁSQUEZ, Jeissón Andrés y CONDE CÁRDENAS, Leonardo. Sistema de Instrumentación y Control para Tanques de Almacenamiento de Agua Potable [en línea]. Madrid: Universidad de La Rioja [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5980485> >

captura de las variables análogas. Así mismo, mediante el conversor análogo-digital, se da el procesamiento digital a la señal y este resultado se transmite mediante comunicación serial al computador. La visualización permite acceder a información en tiempo real y brinda la opción de visualizar el comportamiento de los sensores o dispositivos a nivel múltiple o individual.

En el manual del manejo eficiente de Gallinas del Instituto Nacional Tecnológico Nicaragüense, se indica que “las aves de corral son consideradas aves de gran tamaño y que se crían para la producción de carne o huevos” <sup>19</sup>, considerándose aves de corral las Gallinas, Guajolotes, patos, Gansos, Faisanes, Perdices, Codornices; resaltando que existen una gran variedad de razas de gallinas domésticas que son dedicadas a la producción, sin embargo, las que mejor se adaptan a los sistemas modernos de producción intensiva y que en su etapa madura presenten las características deseables para obtener buena variedad de líneas o estirpes de alta producción.

- Sistemas de clasificación:
  - ✓ Tronco americano.
  - ✓ Tronco mediterráneo.
  - ✓ Variedades inglesas.
  - ✓ Variedades asiáticas, etc.
- Otras razas populares por su país de origen:
  - ✓ Polaca (europea).
  - ✓ Francesa (europea).
  - ✓ Oriental.
  - ✓ Hamburguesa.
  - ✓ Continental.
  - ✓ Barritón de pelea

---

<sup>19</sup> INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO NICARAGÜENSE. Manual del manejo eficiente de gallinas [en línea]. Managua: El Instituto [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/3/as541s.pdf>>

## 1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La avicultura en Colombia, es una actividad productiva perteneciente al sector agropecuario, y que según la Revista Portafolio<sup>20</sup> en los últimos años ha tenido un leve crecimiento. De esta fuente dependen muchos empresarios, campesinos o granjeros que, gracias al trabajo desempeñado mantienen económicamente a sus familias y la canasta familiar del país; sin embargo, el sector de pequeña producción como es el caso particular de los campesinos es vulnerable ya que, presenta dificultades como por ejemplo la falta de seguridad en los recintos avícolas, por lo que los animales quedan expuestos a depredadores.

Por otro lado, una de las principales problemáticas que enfrentan los campesinos, es poder mantener la crianza y engorde de sus aves de manera óptima, ya que generalmente tienen que despertarse a la madrugada para recoger sus siembras y desempeñar distintas actividades durante el día por lo cual, los animales en ocasiones fallecen por falta de suministro alimento y agua, esto por la falta de industrialización y automatización en el proceso para la crianza de aves de corral. Esto se debe principalmente a la falta de recursos económicos y patrocinio del Estado, para mejorar las condiciones de producción, por lo que los campesinos se ven forzados a seguir realizando procesos como llenar los comederos de las aves y dosificadores de agua de forma manual.

En este contexto, el presente proyecto de grado busca resolver el siguiente problema ¿Cómo adaptar un sistema de control de apertura de puertas y dosificación de alimentos y agua en galpones para fincas, granjas y centros de producción avícola colombianos, para ayudar y soportar al pequeño productor en sus actividades diarias?

---

<sup>20</sup> REVISTA PORTAFOLIO. El sector avícola crecería 5,6% en el 2017 [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 6 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.portafolio.co/economia/el-sector-avicola-crecera-503863>>

### 1.3 OBJETIVOS

**1.3.1 Objetivo General.** Desarrollar un sistema de automatización de apertura de puertas, dosificación de agua y alimento para un recinto avícola en La Mesa-Cundinamarca.

#### 1.3.2 Objetivos específicos.

- Recopilar información sobre la crianza de cultivos avícolas y las condiciones óptimas de alimentación.
- Identificar los sensores y actuadores necesarios para la automatización del sistema.
- Diseñar e implementar un sistema de automatización de apertura de puertas y dosificación de agua y alimentos, en el campo.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

El acceso tecnologías de automatización en el sector avícola es limitado por los costos que puede tener un sistema de alimentación para las aves. Por ello, se genera la necesidad de crear un sistema temporizado que mantenga los alimentos en un contenedor, para luego distribuirlos en tiempos programados automáticamente sin tener que ser manipulado por usuarios durante el día.

El método más común es la sistematización de un dosificador de alimentos, el cual se une a dispositivos tales como las Motoresreductores, PIC 16f877a y sensores, que permitan un desarrollo por etapas, generando mayor competitividad en el mercado; pues, la construcción de galpones automáticos brinda algunas ventajas como:

- Mejor higiene, disminuyendo considerablemente las enfermedades en las aves.
- Disminución en la pérdida de alimentos.
- Facilidad para controlar las aves.
- Mejores condiciones de trabajo, ahorrando tiempo.
- Reducción en la pérdida de aves por caza de animales carnívoros.

Teniendo en cuenta los antecedentes de la avicultura y las dificultades por las que atraviesan los campesinos o granjeros al momento de criar sus aves, en este caso producción de gallinas, se evidencia que dicha producción se afecta por la falta de seguridad ante depredadores como zorros, perros y otros, que aprovechan la noche para atacar a las aves; y durante el día la falta de suministro de alimento y agua; razón por la cual se diseña un sistema de control que permita la apertura de

puertas en el día y el cierre de las mismas en la noche. Adicionalmente, se implementa un sistema de dosificación automático de agua y alimento, esperando con esto generar mayor calidad en la carne de las aves y mejores condiciones de higiene en zona para su crecimiento y desarrollo.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

Se desarrolló un sistema de control que permite la automatización de apertura de puertas y dosificación automática de alimento para un galpón en la finca Villa los Pablos – La Mesa-Cundinamarca. El proyecto de grado establece y desarrolla una estructura mecatrónica que garantiza por medio de un sistema de control, la apertura de la puerta durante el día y cierre de la misma en la noche. Adicionalmente, permite la dosificación de agua y alimento para las gallinas del galpón de 9 metros cuadrados, con una capacidad máxima de 30 aves adultas. Así mismo, se realizan pruebas de campo, para lograr obtener mediciones y resultados reales.

El prototipo también incluye que el sistema de control sea capaz de salvaguardar la seguridad de las aves en la noche y controlar la dosificación de agua y alimento.

Finalmente, el sistema requiere que el granjero surta la tolva de alimento cada cierto período de tiempo, y así el sistema a implementar pueda dosificará el suministro del mismo.

**1.5.1 Alcance.** La realización del proyecto de grado está orientada al diseño de estructuras inteligentes para avicultura en Colombia, específicamente a los granjeros o campesinos de bajos recursos.

El proceso automatizado debe ser capaz de salvaguardar la seguridad de las aves en la noche, y controlar la dosificación de agua y alimento.

El sistema debe estar en un terreno plano y no montañoso a temperatura ambiente.

**1.5.2 Limitaciones.** Las principales limitaciones se presentan con respecto a la alimentación de voltaje, ya que, si se presenta un corte de la red eléctrica, el sistema de control, así como los sensores, motoredutores y demás elementos que requieran de esta energía, dejaría de funcionar y por ende el sistema no funcionaría.

Por otro lado, si se quiere alimentar y resguardar una cantidad mayor de Gallinas, se debe diseñar una estructura más grande y densa, que soporte la cantidad deseada de Gallinas.

## 1.6 MARCO DE REFERENCIA

Se realiza una recopilación de los diferentes conceptos y temas que intervienen en la ejecución de la automatización de apertura de puertas y dosificación de alimentos y agua para recintos avícolas, así mismo los materiales, equipos y/o herramientas a emplear que uso tendrá cada una de ellas.

**1.6.1 Marco conceptual.** A continuación, se describen los elementos que hacen parte de la investigación.

**1.6.1.1 Microcontroladores.** Es un circuito integrado, componente principal de una aplicación embebida. “Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Su función es la de automatizar y procesar información”<sup>21</sup>.

El microcontrolador se aplica en toda la clase de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas:

- Elementos mínimos de un microcontrolador.
- Microprocesador.
- Periféricos (unidades de entrada/salida).
- Memoria.

Ventajas:

- Los microcontroladores PIC son muy fácil de grabar, pues solo se requiere de un computador. Un PIC se puede grabar mediante diferentes puertos.
- Permite el control, la programación y la sincronización de tareas electrónicas a través del tiempo, utilizando una adecuada programación.
- En el mercado se encuentra gran variedad de PIC, se puede elegir de acuerdo con la necesidad requerida.

---

<sup>21</sup> MARMOLEJO, Rubén E. Microcontrolador – qué es y para qué sirve en línea]. Guadalajara: Universidad de Guadalajara [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://hetpro-store.com/ouno-arduino-uno-generico/>>



**16.1.2 Microcontrolador de Microchip PIC 16f877a.** Es “un microcontrolador de Microchip Technology fabricado en tecnología CMOS”<sup>22</sup>, su consumo de energía es muy bajo, siendo completamente estático, es decir que, a pesar que el reloj se detenga, los datos de la memoria se conservan y no se pierden; pues tiene una memoria de programa tipo FLASH, facilitando de este modo, el desarrollo de prototipos y en su aprendizaje, al poder reprogramarse casi que infinitas veces sin ser borrado con anterioridad.

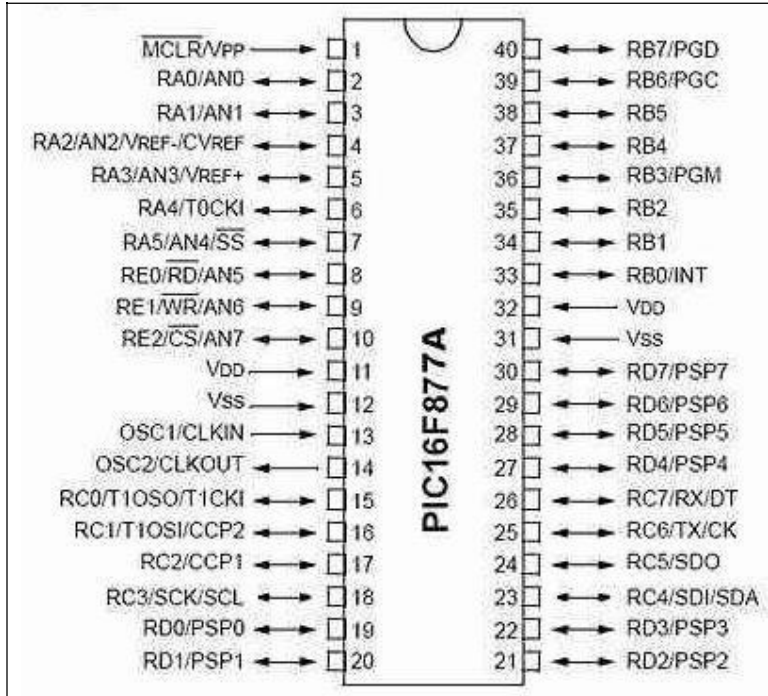
➤ Características del principales PIC 16f877a

- ✓ Memoria de programa: FLASH de 8K de instrucciones de 14 bits
- ✓ Memorias de datos: SRAM de 512 bytes, EEPROM de 256 bytes
- ✓ Pines I/O (Input/Output): 6 del puerto A, 8 del puerto B, 8 del puerto C, 8 del puerto D y 3 del puerto E, además de 8 entradas analógicas.
- ✓ Pila (Stack): 8 niveles (14 bits)
- ✓ Fuentes de interrupción: 14
- ✓ Instrucciones: 35
- ✓ Compatible modo SLEEP
- ✓ Frecuencia máxima del oscilador de 20MHz
- ✓ Conversor Analógico/Digital de 10 bits multicanal (8 canales de entrada)
- ✓ Corriente máxima absorbida/suministrada (sink/source) por pin: 25 mA
- ✓ Voltaje nominal: 3 a 5.5V DC (CMOS)
- ✓ Power On Reset
- ✓ Power Up Timer (PWRT)
- ✓ Oscilador Start Up Timer (OST) (véase la Figura 2)

---

<sup>22</sup> MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

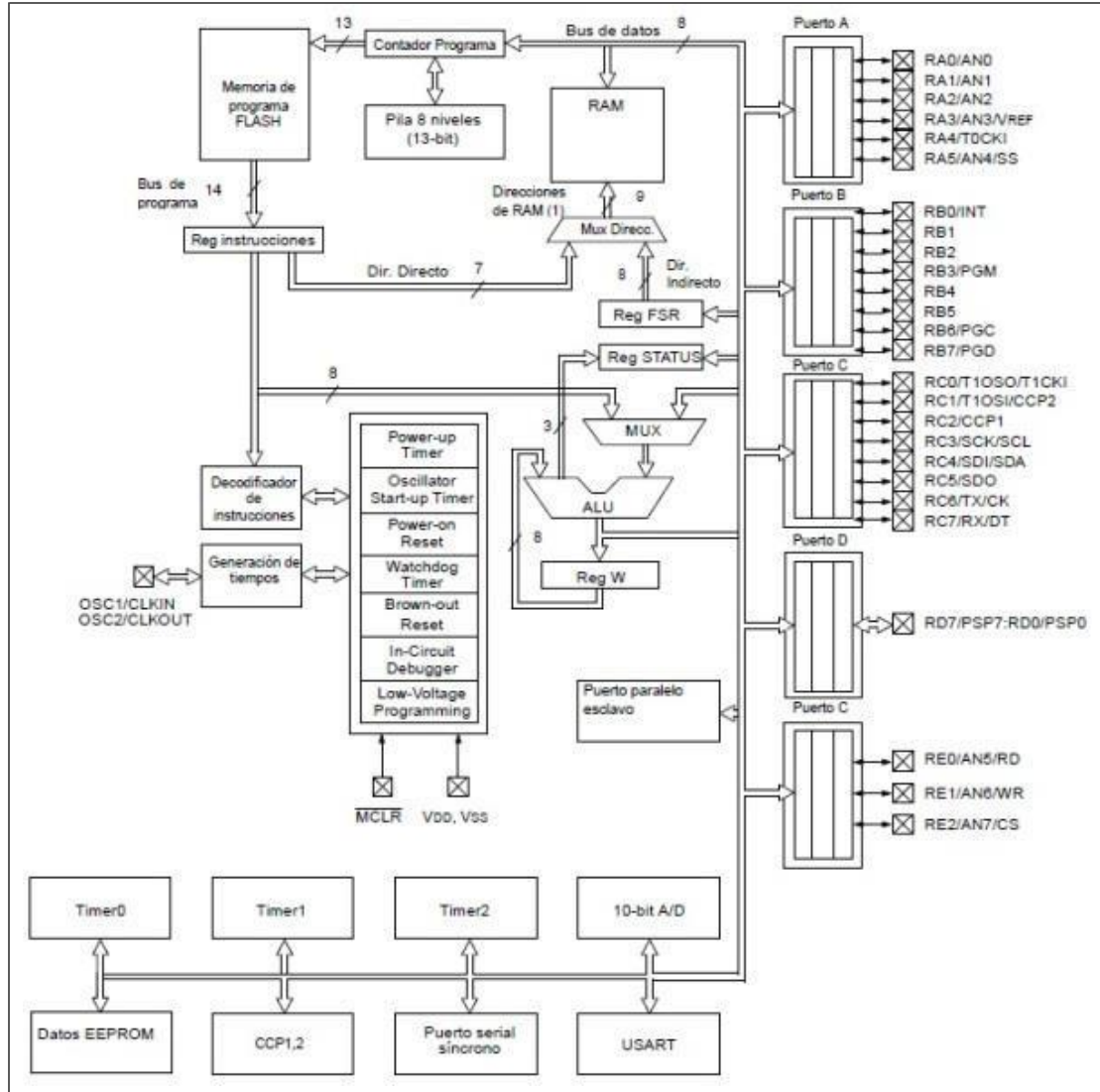
**Figura 2. PIC16f877**



Fuente. MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

➤ **Arquitectura interna.** El PIC16f877, está compuesto internamente por bloques funcionales, tales como la memoria RAM, la memoria FLASH, la lógica de control entre otros (véase la Figura 3).

**Figura 3. Arquitectura Interna del PIC16F877**

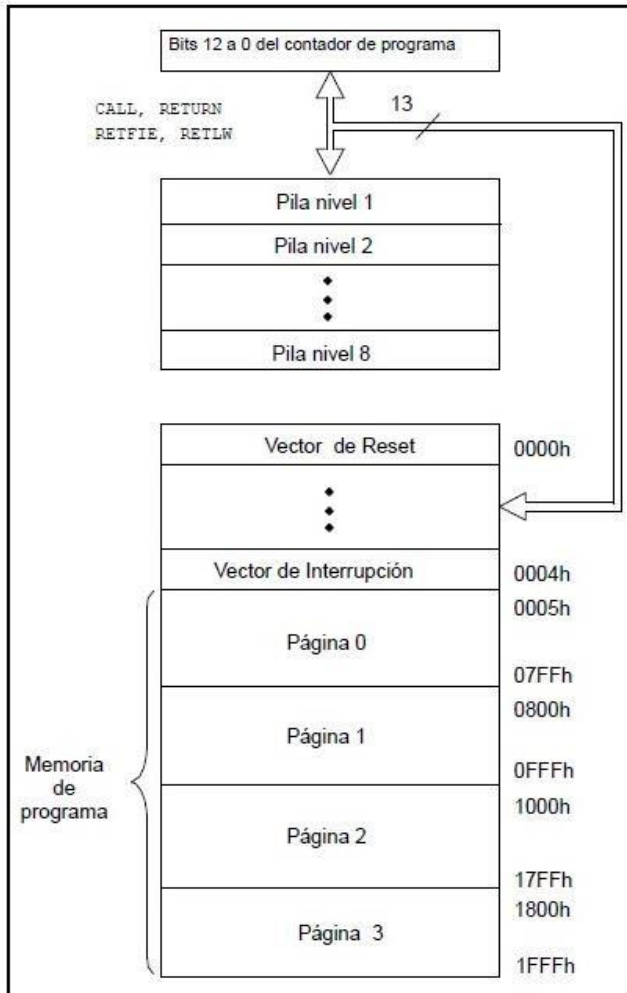


Fuente. MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

El PIC 16F877, está basado en la arquitectura Harvard, que tiene un programa y datos que trabajan con buses, entendiéndose bus como el conjunto de líneas por medio de las cuales la información es transportada entre dos o más módulos; y memorias separadas, permitiendo de esta manera que las instrucciones y datos tengan longitudes diferentes.

➤ **Memoria de programa (FLASH).** Es una memoria de 8K de capacidad con posiciones de 14 bits, en la cual “se pueden grabar o almacenar los programas o códigos que el microcontrolador debe ejecutar”<sup>23</sup> (véase la Figura 4).

**Figura 4. Mapa de memoria de programa (FLASH)**



Fuente. MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

✓ La memoria se divide en 4 páginas de 2K cada una. La Página 0 va de la posición de memoria 0005h a la 07FFh, la Página 1 de 0800h a 0FFFh, la Página 2 de 1000h a 17FFh y la Página 3 de 1800h a 1FFFh.

<sup>23</sup> MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

✓ El contador de programa (en este caso es de 13 bits) permite indicar la dirección de la instrucción a ejecutar.

✓ Pila (Stack): hace referencia a los registros que no se encuentran en ningún banco de memoria, y no permiten el acceso por parte del usuario. En estos se guarda el valor del contador de programa, en el momento en que se realiza una subrutina o a una interrupción; por tanto, en el instante en que el microcontrolador se ejecute nuevamente, el valor del contador es recuperado leyéndolo en la pila. En este sentido, teniendo una pila de 8 niveles, igualmente se podrán acumular 8 llamadas a subrutinas sin inconvenientes.

✓ Vector de RESET: cuando se resetea el microcontrolador el contador de programa se pone a cero (0000h). Por tanto, al direccionar por primera vez el programa se tendrá que escribir todo lo relacionado con la iniciación del mismo.

✓ Vector de Interrupción: cuando el microcontrolador recibe una llamada a una interrupción, el contador de programa apunta a la dirección 04H de la memoria de programa, por eso allí se debe escribir toda la información necesaria para atender dicha interrupción<sup>24</sup>

➤ **Memorias de datos.** El PIC 16F877 tiene 2 memorias de datos (véase la Figura 5):

✓ Memoria SRAM (Static Random Access Memory): es una memoria de tipo volátil, es decir que al dejar de ser alimentada los datos almacenados se borran; se divide en cuatro bancos de 128 bytes, de los cuales los 32 primeros se dedican al registros de funciones especiales (SFR's), cumpliendo con un propósito general en el control y configuración del microcontrolador; mientras que los 96 siguientes se dedican a los registros de propósitos generales (GPR's), usándose en el almacenamiento temporal de datos de la tarea que se está ejecutando.

✓ Memoria EEPROM: se trata de una memoria no volátil, es decir que, que en caso de que falta alimentación es capaz de guardar los datos; tiene una capacidad de 256 bytes, con los que se pueden llevar a cabo operaciones de lectura y escritura sin interferir con el funcionamiento normal del microcontrolador.

---

<sup>24</sup> MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

**Figura 5. Registros del PIC 16F877 y sus Direcciones**

INDF	00h	INDF	80h	INDF	100h	INDF	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR TRISA	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD	08h	TRISD	88h		108h		188h
PORTE	09h	TRISE	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reservado	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reservado	18Fh
T1CON	10h		90h	Registros de Propósito General  16 Bytes	110h	Registros de Propósito General  16 Bytes	190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h				
T2CON	12h	PR2	92h				
SSPBUF	13h	SSPAD	93h				
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah		9Ah	Registros de Propósito General  80 Bytes	11Fh	Registros de Propósito General  80 Bytes	19Fh
CCPR2L	1Bh		9Bh		120h		1A0h
CCPR2H	1Ch		9Ch				
CCP2CON	1Dh		9Dh				
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh				
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh				
Registros de Propósito General 96 Bytes	20h	Registros de Propósito General 80 Bytes	A0h				
			0EFh		16Fh		1EFh
			0F0h		170h		1F0h
	7Fh		FFh		17Fh		1FFh
Banco 0		Banco 1		Banco 2		Banco 3	

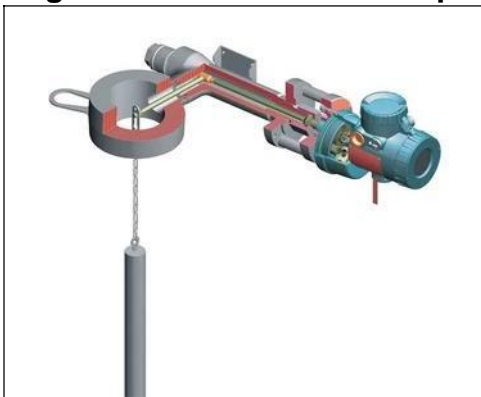
Fuente. MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hectorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

**1.6.1.2 Sensores de nivel y métodos de medición de nivel.** Según Rosaler Robert<sup>25</sup> la medición del nivel de líquidos en la industria actualmente se realiza a través de distintos instrumentos de acuerdo las necesidades o condiciones de operación.

**Clasificación de los métodos.** Entre los métodos utilizados para la medición del nivel de líquidos, básicamente pueden ser clasificados en:

✓ **Medidores actuados por desplazadores.** Se emplea para transportar la medición a lugares remotos del control de nivel o indicador directo. Adicionalmente se compone por tres elementos los cuales son: la palanca y un tubo de torsión. Estos instrumentos son utilizados normalmente para el control de nivel, o como un indicador directo. (véase la Figura 6). El objetivo principal es que el movimiento vertical del desplazador se convierta en un movimiento circular en el tubo de torsión.

**Figura 6. Medidor Nivel Desplazadores**



Fuente. ALIBABA. Desplazador de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/244ld-displacer-level-meter-for-interface-measuring-with-foxboro-head-60631057583.html>>

La maniobra se basa en el Principio de Arquímedes, en donde el peso del desplazador ejerce fuerza sobre el tubo de torque, sin embargo, al aumentar el nivel, se transporta el fluido generando mayor empuje sobre el desplazador; por lo tanto, y debido a la disminución de torsión del desplazador el tubo debe girar.

<sup>25</sup> ECURED. Métodos de medición de nivel [en línea]. Bogotá: Ecured [citado 9 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos\\_de\\_medici%C3%B3n\\_de\\_nivel](https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_medici%C3%B3n_de_nivel)>

✓ **Medidor de presión hidrostática.** Se debe tener en cuenta, que debajo de la superficie del fluido la presión depende de la profundidad.

Uno de los instrumentos que se utilizan con mayor frecuencia para medir la presión hidrostática es el Manómetro. Adicionalmente, “para medir el líquido bien sea corrosivo o viscoso, se debe tener un equipo de sello, para aislar el instrumento de dicho líquido”<sup>26</sup> (véase la Figura 7)

**Figura 7. Medidor de Presión Hidrostatica**



Fuente. ECURED. Métodos de medición de nivel [en línea]. Bogotá: Ecured [citado 9 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos\\_de\\_medici%C3%B3n\\_de\\_nivel](https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_medici%C3%B3n_de_nivel)>

✓ **Método de diafragma-caja.** Esta caja se introduce en el fluido que se medirá, por otra parte, se encuentra un capilar lleno de aire que se extiende desde la caja hasta el instrumento de medida. La deflexión del diafragma, generado por la altura del líquido, provoca que se comprima el aire del capilar. Por lo tanto, el aire que se encuentra en el capilar se envía al instrumento generando la altura del líquido que está ejerciendo presión en el diafragma.

✓ **Método de medición de sonda.** Este método se fundamenta en una varilla o regla graduada, de la longitud deseada para ingresarla dentro del recipiente, es empleado principalmente en tanques de “fuel oil” o de gasolina. La fijación del nivel se realiza leyendo directamente la longitud mojada por el fluido. Cuando se realiza la lectura el tanque debe estar abierto a presión atmosférica.

✓ **Método por aforación.** Este instrumento “está conformado por tres partes esenciales el carrete, la cinta graduada y un peso o plomada”<sup>27</sup>. La plomada se emplea para que la cinta se encuentre templada. Para tomar la medida del nivel, la

<sup>26</sup> PUGA, Ezequiel. Curso básico de instrumentación [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 9 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/edaceropedazo/2-curso-basico-de-instrumentacion-1>>

<sup>27</sup> CASTILLO, Efraín. Métodos de Medición Nivel [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/249226144/Metodos-de-Medicion-Nivel>>

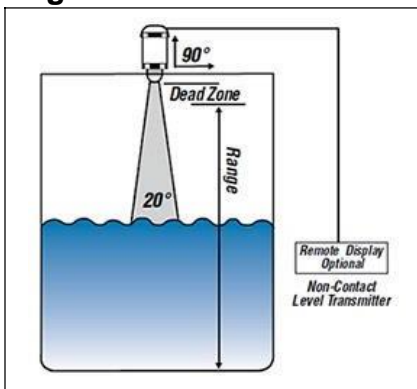


cinta debe ingresarse de manera lenta hasta que la plomada toque el fondo del recipiente. Luego que la plomada toca el fondo se inicia a almacenar la cinta con el carrete, hasta que se observe el fluido en la cinta indicando el nivel.

✓ **Método indicador de cristal.** “Consiste en un tubo de vidrio el cual se puede emplear en recipientes abiertos o cerrados, se introduce al recipiente donde se reflejará el líquido determinando la medida del nivel”<sup>28</sup>.

**1.6.1.3 Sensor de Nivel Capacitivo.** Los sensores capacitivos (KAS) reaccionan ante materiales metales, y no metales, “sobrepasando una capacidad cuando entran en contacto con la superficie activa, generando que la conexión sea mayor cuanto más elevada sea la constante dieléctrica. Adicionalmente son transductores electrónicos que proporcionan una señal de salida cuando un objeto metálico (hierro, aluminio, cobre, latón y así sucesivamente) entra desde cualquier dirección en su zona sensible sin entrar en contacto con ellos”<sup>29</sup>. La gama incluye “ejecuciones cilíndricas, paralelepípedos y anulares, disponibles en varias versiones inherentes a las características eléctricas y mecánicas. Todos los modelos están disponibles con cable o enchufe para conector”<sup>30</sup>. (véase la Figura 8)

**Figura 8. Sensor de Nivel Capacitivo**



Fuente. SALAMANCA PLAZAS. José. Automatización [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/345108666/actividad-1-208021-13>>

<sup>28</sup> ROSALER, Robert, y RICE, James. Manual de mantenimiento industrial. Tomo III. México: McGraw-Hill, 1975. p. 44

<sup>29</sup> AECO SRL. Sensores De Posición [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.aecosensors.com/index.cfm?fuseaction=prodottiCatPadre&id=30&titolo=POSIZIONE%20SENSORS&CFID=1068590&CFTOKEN=513fdbcd8520080-5E17C16A-D053-DEFB-674C355B87A049E3&languageID=ES>>

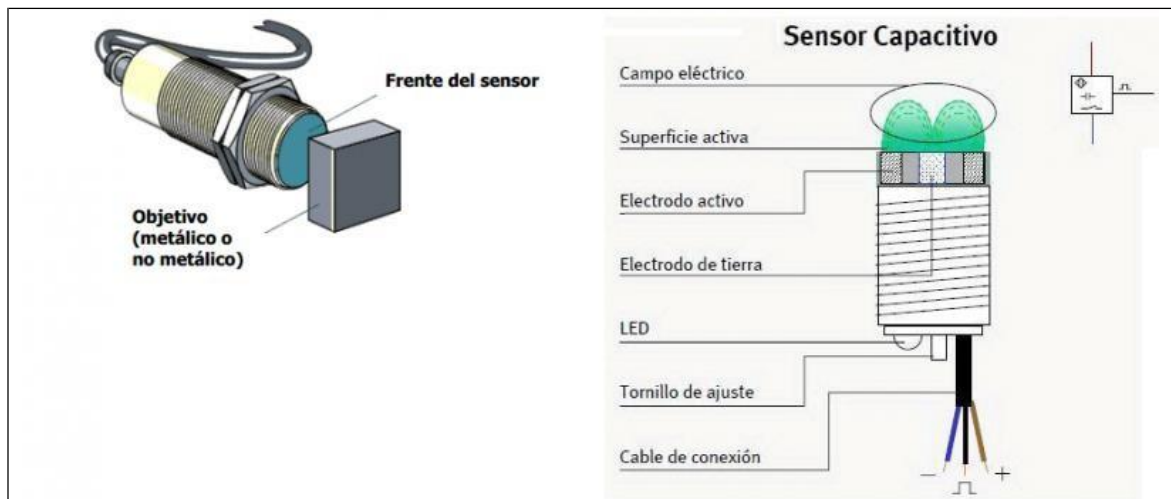
<sup>30</sup> SALAMANCA PLAZAS. José. Automatización [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/345108666/actividad-1-208021-13>>

➤ **Funcionamiento:** El sensor está conformado por una serie de elementos como el oscilador, en el interior del mismo que genera un electrodo interno, (parte propia del sensor), sin embargo, en el exterior el electrodo puede estar diseñado de dos modos distintos; en algunas aplicaciones dicho electrodo es el propio objeto a censar, previamente conectado a masa; por lo tanto, la cabida variará en función de la distancia que hay entre el sensor y el objeto. Así mismo, en otros dispositivos “se coloca una masa fija y, entonces, el cuerpo a detectar se utiliza como dieléctrico, al suceder lo anterior se incorpora entre la masa y la placa activa, modificando así las características del condensador equivalente”<sup>31</sup>.

➤ **Aplicaciones:** los sensores se utilizan para identificar o controlar los materiales u objetos que se implementaran. Adicionalmente se emplean en otros dispositivos electrónicos como teléfonos móviles o computadores.

➤ **Detección de nivel:** al momento que el insumo, bien sea líquidos, granulados, metales, aislantes, etc.) se incorpore en el campo eléctrico que se encuentran en las placas del sensor, se evidenciara la variación del dieléctrico en el valor de la capacidad (véase la Figura 9)

**Figura 9. Componentes de un Sensor Capacitivo**



Fuente. SAPIENSMAN. Sensores de nivel tipo capacitivo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/docs/doc62.php>>

<sup>31</sup> SAPIENSMAN. Sensores de nivel tipo capacitivo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/docs/doc62.php>>

**1.6.1.4 Sensor de humedad.** El dieléctrico modifica su permisividad con relación a la humedad ambiente.

➤ **Detección de posición:** según Jiménez<sup>32</sup> es un condensador variable, en donde una de las placas es móvil, por lo que tienen una mayor o menor superficie efectiva entre las dos placas, donde se varía el valor de la capacidad, adicionalmente puede ser usado en industrias químicas, sin embargo, este tipo de aplicación no suele ser permitido.

➤ **Ventajas e inconvenientes:** la primera ventaja coincide en los dos tipos de sensores, al ser capaces de detectar sin necesidad de contacto físico, además de tener facilidad de detectar materiales distintos del metal. Adicionalmente, por su funcionamiento.

➤ Entre las funciones inadecuadas se encuentra el alcance, pues depende del diámetro del sensor, ya que puede lograr hasta los 60mm, igual que la modalidad inductiva. Otro inconveniente es que depende de la masa a detectar, si se desea ejecutar una detección de cualquier material este sensor no sirve, ya que debe reconocer de la constante eléctrica. Esta desventaja viene ligada con la puesta en servicio, antes de situar el sensor se debe de instalar; los detectores tienen un potenciometro que accede al ajuste de la sensibilidad. Según el tipo de aplicación “será necesario ajustar la sensibilidad para que se adapte al material, por ejemplo, para materiales de constante dieléctrica débil como el papel, cartón o vidrio se debe incrementar la sensibilidad, y en caso de tener una constante dieléctrica fuerte se debe bajar la sensibilidad, bien sea con objetos metálicos o líquidos”<sup>33</sup>

**1.6.1.5 Sensores de nivel conductivo.** Trabajan en la conductividad de líquidos y detectan el nivel por medio de los electrodos colocados en el mismo líquido.

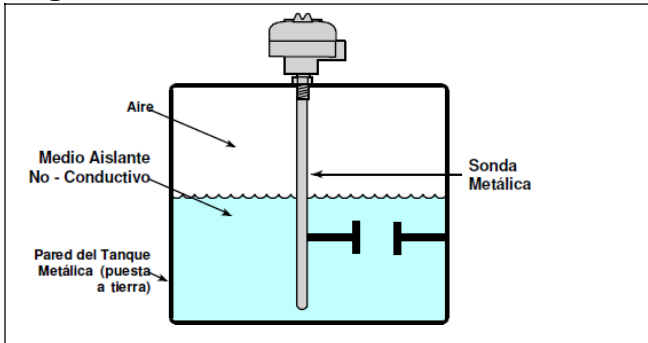
La presencia de líquido entre el electrodo (o electrodos) y la superficie de metal del tanque (o electrodo de tierra) ceba el funcionamiento del circuito electrónico presente en la unidad de control y la consiguiente conmutación del relé de salida. Se utilizan como controles de nivel en los tanques, calderas, pozos profundos y otros recipientes y como dispositivos de alarma para la localización de inundaciones, presencia o ausencia de agua y para el control de la acumulación de hielo<sup>34</sup> (véase la Figura 10)

<sup>32</sup> JIMÉNEZ V., Jaime. Tipos de sensores actividad [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 21 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/37477347/TIPOS\\_DE\\_SENSORES\\_actividad](https://www.academia.edu/37477347/TIPOS_DE_SENSORES_actividad)>

<sup>33</sup> WIKIPEDIA. Sensor Capacitivo [en línea]. Bogotá: Wikipedia [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_capacitivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_capacitivo)>

<sup>34</sup> JIMÉNEZ V., Jaime. Tipos de sensores actividad [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 21 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/37477347/TIPOS\\_DE\\_SENSORES\\_actividad](https://www.academia.edu/37477347/TIPOS_DE_SENSORES_actividad)>

**Figura 10. Sensor de nivel conductivo**



Fuente. JIMÉNEZ, Ariel. Sensores de nivel de tipo ultrasónico, fotoeléctrico, radioactivo y por microondas [en línea]. Bogotá: Blogspot [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://medirvariables.blogspot.com/2010/04/medicion-de-nivel.html>>

**1.6.1.6 Sensor de nivel ultrasónico.** El principio de funcionamiento del sensor de nivel ultrasónico. El ultrasonido es una oscilación mecánica en un medio elástico. Hay dos formas: oscilación lateral (Onda compartida) y oscilación longitudinal (onda longitudinal). El ultrasonido puede transferirse en forma gaseosa, líquida y sólida, y su velocidad es diferente. Además, también tiene fenómenos refractivos y de reflexión, y hay atenuación en el proceso de propagación.

Cuando el ultrasonido se transmite a través del aire, su frecuencia es baja, normalmente decenas de kHz, mientras que cuando se transmite a través del sólido y el líquido, su frecuencia es alta. Se descompone rápidamente en el aire, mientras que, en el líquido y el sólido, se desintegra lentamente y se transfiere lejos. Utilizando la característica de ultrasonidos, las personas producen muchos tipos de sensor ultrasónico y hacer varios instrumentos de medición de ultrasonidos y dispositivos con diferentes circuitos. También se utiliza normalmente en muchos aspectos, como la comunicación y la medicina<sup>35</sup> (véase la Figura 11).

<sup>35</sup> SILVERINSTRUMENTS. Sensor de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>>

**Figura 11. Sensor de Nivel Ultrasonico**



Fuente. SILVERINSTRUMENTS. Sensor de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>>

Por otro lado, los materiales más usados en la medición de nivel de sensor ultrasónico son “el cristal piezoeléctrico (electrostricción) que son principalmente PZT; y las aleaciones de níquel-hierro (magnetostrictivo). La medida ultrasónica del nivel del sensor del cristal piezoeléctrico es un sensor invertible, puede transferir la electricidad en oscilación mecánica para producir ultrasonidos. Al mismo tiempo, también se convierte en electricidad cuando recibe un ultrasonido, por lo que se puede dividir en transmisores o receptores”<sup>36</sup>.

Parte de la medición del nivel del sensor ultrasónico puede enviar o recibir; simplemente tomando pequeñas medidas de nivel de sensor ultrasónico para introducir. Hay ligeras diferencias entre la transmisión de envío y la recepción. Es adecuado para transmitir en el aire, cuya frecuencia de trabajo es normalmente 23-25 kHz o 40-45 kHz. Este tipo de sensor es conveniente para el alcance, teledirigido y antirrobo. Este tipo tiene T / R-40-60, T / R-40-12 y así sucesivamente (T: transmite, R: recibe, 40: frecuencia, 60,12: diámetro exterior, en milímetros). También hay una medición sellada del nivel del sensor ultrasónico (MA40EI).

Por otro lado, se caracteriza por su capacidad de impermeabilizar (pero no se puede poner en agua), su funcionamiento es bueno, ya que se puede utilizar como posición material y el interruptor de la proximidad. La aplicación ultrasónica se puede realizar en tres tipos básicas, primero el tipo de transmisión que se utiliza para control remoto, alarma antirrobo, puerta automática, interruptor de proximidad, etc.; segundo el tipo de reflexión separado que se usa para variar,

---

<sup>36</sup> SILVERINSTRUMENTS. Sensor de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>>

nivel de líquido o posición de material; y tercero el tipo de la reflexión se utiliza para la detección de la falta material, la medida del grueso y así sucesivamente.

Su composición consta de “un sensor-transmisor (transmisor de onda), un sensor de recepción (receptor de onda), una parte de control y una fuente de alimentación”<sup>37</sup>. El sensor del transmisor consiste en un transmisor y un transductor de oscilador de cerámica de 15 mm y el diámetro de uso, su función es convertir la energía vibratoria del vibrador cerámico en súper energía que produce radiación en el aire. La energía es la salida del receptor del sensor, así que comprobará el ultrasónico en el despacho. En la práctica, también puede ser usado un vibrador cerámico como sensor transmisor y como sensor receptor. La parte de control controla principalmente la frecuencia de la cadena de impulsos, la relación de espacio, la modulación escasa, la cuenta y la distancia de detección del transmisor.

**1.6.1.7 Motores DC.** Los motores eléctricos de corriente continua se utilizan con mayor relevancia y es uno de los más variables en la industria. Según Abril, Lema y Ortiz<sup>38</sup> gracias a su facilidad para el control de posición, par y velocidad, es una de las mejores alternativas para aplicaciones de control y automatizado de procesos. Sin embargo, con la llegada de la electrónica su uso ha generado una disminución considerable, pues los motores de corriente alternan, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a menor costo para el consumidor de la industria. Pero con esta innovación tecnológica los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motores, etc.)

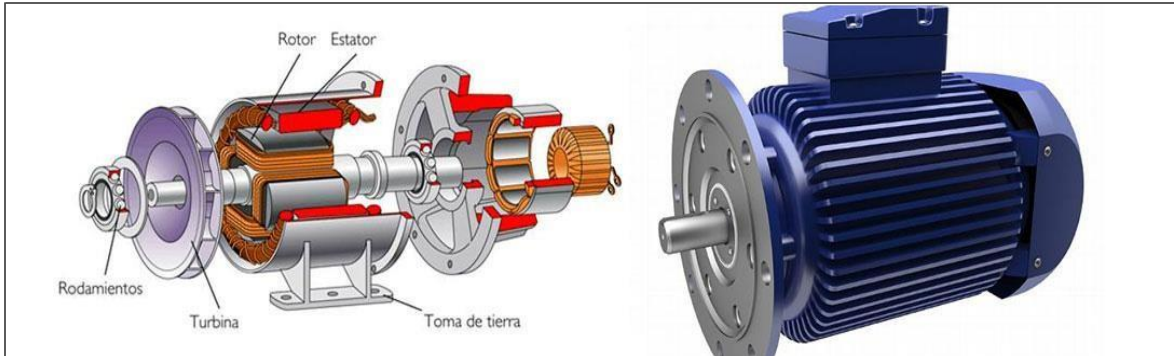
Un motor eléctrico de Corriente Continua principalmente es un equipo que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos (véase la Figura 11).

---

<sup>37</sup> SILVERINSTRUMENTS. Sensor de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>>

<sup>38</sup> ABRIL, Marco; LEMA, Evelyn y ORTIZ, Hugo. Automatización del Bobinado Industrial de Fleje Plástico Mediante Motores Eléctricos Basados en Algoritmos de Control de Movimiento. En: MASKAY. Noviembre-diciembre, 2016. vol. 6, no. 1, p. 3

**Figura 12. Motor de Corriente Continua**



Fuente. TALLERES ELECTRICOS BRIM. Motores de corriente directa [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 3 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://tallereselectricosbrim.com/blog-dynamic/84-motores-electricos-de-corriente-continua-c-c>>

➤ **Fundamentos de operación de los motores eléctricos:** Para el buen funcionamiento de un motor de tiene en cuenta las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. Por lo anterior, “todo motor debe tener polos alternados entre el estator y el rotor, esto porque los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, generando así el movimiento de rotación”<sup>39</sup> (véase la Figura 13).

**Figura 13. Motores Eléctricos**



Fuente: GÁLMIICH, Esteban. Motores Eléctricos [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/15270561/MOTORES\\_ELECTRICOS.\\_5.1\\_Tipos\\_de\\_Motores](https://www.academia.edu/15270561/MOTORES_ELECTRICOS._5.1_Tipos_de_Motores)>

<sup>39</sup> GÁLMIICH, Esteban. Motores Eléctricos [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/15270561/MOTORES\\_ELECTRICOS.\\_5.1\\_Tipos\\_de\\_Motores](https://www.academia.edu/15270561/MOTORES_ELECTRICOS._5.1_Tipos_de_Motores)>

Un motor eléctrico opera principalmente con base a dos principios:

- El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se transporta a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se ingresa una corriente eléctrica en el primer conductor.

Según Franco, el movimiento giratorio de los motores de C.C. se fundamenta en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos, lo que produce campos constantes orientados en estator y rotor, originando con esto un par de fuerzas que obliga a que la armadura (también se le llama así al rotor) gire en búsqueda de la posición de equilibrio

Reconociendo a un juego de conexiones entre una serie de conductores estáticos, llamados escobillas, y las bobinas que lleva el rotor, los campos magnéticos que causa la armadura se modifican a medida que ésta gira, para que el par de fuerzas que la mueve se mantenga siempre vivo.

➤ **Utilización de los motores de corriente directa [C.D.] o corriente continua [C.C.].** Estos se utilizan en casos relevantes en los que se tiene que regular constantemente la velocidad del motor, adicionalmente, se utilizan en algunos casos en los que es necesaria la corriente directa, como en motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores “debe de tener en el rotor y el estator la misma cantidad de polos y la misma cantidad de carbones”<sup>40</sup>. Los motores de corriente directa pueden ser de tres tipos: SERIE, PARALELO y COMPOUND

**1.6.1.8 Motor serie.** Según Tirado<sup>41</sup> es un motor eléctrico de corriente continua el cual el devanado de campo (campo magnético principal) se relaciona en serie con la armadura. Este devanado está fabricado con un alambre grueso debido a que debe soportar la corriente total de la armadura.

Por lo anterior se genera un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura (carga del motor). Cuando el motor tiene bastante carga, “el campo de serie genera un campo magnético mucho mayor, produciendo un esfuerzo de torsión mucho mayor. Sin embargo, la velocidad de giro varía dependiendo del tipo de carga que se posea (sin carga o con carga completa). Estos motores

<sup>40</sup> UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Motor eléctrico aplicaciones [en línea]. Madrid: La Universidad [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.upm.es/UPM/SalaPrensa/Noticias?fmt=detail&prefmt=articulo&id=e35e35c45ee5b410VgnVCM10000009c7648a>>

<sup>41</sup> TIRADO SERGIO. Motores de corriente directa [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtml>>



desarrollan un par de arranque muy elevado y pueden acelerar cargas pesadas rápidamente”<sup>42</sup>

**1.6.1.10 Cantidad de alimento que necesitan las gallinas ponedoras según su edad.** Teniendo en cuenta la información por parte de algunas fuentes como los campesinos de la zona y manual de Gallinas ponedoras de las naciones unidas, las gallinas requieren de una cantidad de alimento específica según su edad, como se muestra a continuación (véase la Tabla 1)

**Tabla 1. Cantidad de Aliemento para Gallinas según su Edad**

Edad/ Semanas	Cantidad/Alimento/ave/día
20-25	3.3 Onzas
26-30	3.6 Onzas
31-50	3.75 Onzas
51-60	3.75 Onzas
61-80	3.76 Onzas

Fuente. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Con concentrados caseros Mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción [en línea]. Bogotá: FAO [citado 10 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/nutrition-feeding/es/>>

**1.6.1.11 Consumo de alimento concentrado durante el período de costura.** El consumo de alimento promedio por gallina adulta en postura es 105 gramos de alimento concentrado por día. (3.75 onzas) (véase la Tabla 2).

**Tabla 2. Consumo de alimento durante el periodo de costura**

Cantidad en Libras	Cantidad de Gallinas	Precio (COP)
1	4	\$ 850,00
2	8	\$ 1.700,00
4	16	\$ 3.400,00
6	24	\$ 5.100,00
8	32	\$ 6.800,00
10	40	\$ 8.500,00
12	48	\$ 10.200,00
14	56	\$ 11.900,00
16	64	\$ 13.600,00

Fuente. Los Autores

**1.6.1.12 Como alimentar gallinas de razas especializadas.** Su principal función es producir huevos, por lo que sus requerimientos de calidad de alimentos son considerables, al tener que cumplir con su ciclo de producción de huevos, que por lo general dura poco más de 1 año (60 semanas). El productor, encuentra en el

<sup>42</sup> TIRADO SERGIO. Motores de corriente directa [en línea]. Bogotá: Monografias.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtml>>

mercado comercial variedad de concentrado, según las condiciones económicas que se presenten. Una vez se empieza el manejo de las gallinas de postura, este tipo de alimento no debe faltar, debido a su importancia en la producción de huevos, si no se hace respectivamente ésta bajar considerablemente y su recuperación es lenta.

“El implemento de concentrado comercial para ponedoras en combinación con las fórmulas caseras, puede ser una opción para disminuir costos y para que el concentrado tenga mayor rendimiento”<sup>43</sup>. Esto se logran al combinar mitad de concentrado comercial con la mitad del concentrado casero; sin embargo, un punto a tener en cuenta es que la producción de huevos se reducirse.

➤ **Sistemas de Producción.** Según el manual de producción y manejo de aves de patio, existen tres métodos de producción para la explotación de aves de patio:

- ✓ Explotación extensiva.
- ✓ Explotación Semiintensiva.
- ✓ Explotación Intensiva.

En el primer método de explotación extensiva, los animales se están libres alrededor del predio, encontrando su alimento, por ejemplo: semillas, minerales, insectos y hierbas; así mismo, buscan lugares para descansar y empollar sus huevos. Por otro lado, “la familia productora invierte poco tiempo en su manejo, ya que en algunos casos suministra maíz quebrado, más de maíz o sobras de comida. Una de las principales ventajas de este sistema es el bajo costo en la mano de obra y alimento para las aves”<sup>44</sup>.

En el Segundo método de Explotación semiintensiva, los animales cuentan con una zona libre y otra cubierta o cerrada, en ésta es recomendable que el suelo este dotado en la medida posible de vegetación con el objeto que las aves puedan pastorear. Adicional una de las características de esta explotación es que el área encerrada cuenta con zonas de bebedero, comederos, niales y percheros. Las principales ventajas de este sistema son:

- ✓ No requiere infraestructura o equipo costoso; se usan recursos de la finca o se reutilizan materiales como botellas, recipientes, etc.
- ✓ Las aves se encuentran protegidas de depredadores y robos.
- ✓ Las aves son manejadas por toda la familia.

<sup>43</sup> ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Con concentrados caseros Mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción [en línea]. Bogotá: FAO [citado 10 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/3/a-au201s.pdf>>

<sup>44</sup> VILLANUEVA, Cristóbal; OLIVA, Amada; TORRES, Ángel; ROSALES, Manuel; MOSCOSO, Carlos y GONZÁLEZ, Eunice. Manual de producción y manejo de aves de patio [en línea]. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf)>

- ✓ La suplementación de alimentos, minerales y vitaminas es más eficiente.
- ✓ En el área de pastoreo, las aves encuentran hojas, semillas e insectos que contribuyen a reducir los costos de alimentación.
- ✓ Facilita el manejo sanitario preventivo y curativo, y reduce la mortalidad (en comparación con el sistema extensivo).
- ✓ Incrementa la producción de carne y huevos (los huevos se localizan fácilmente y los animales hacen menos ejercicio); la producción puede alcanzar los 100 huevos por ave por año con gallinas criollas, o puede superar los 150 huevos con gallinas criollas cruzadas con razas mejoradas<sup>45</sup>.

En el tercer método Explotación intensiva, los animales permanecen encerrados en recintos, que cuentan con bebederos y comederos, teniendo en cuenta la producción que se requiera por ejemplo para pollos de engorde se recomienda recubrir el piso con cascarilla de arroz, y para las aves de postura un piso adecuado con el fin de brindar un mayor bienestar, es decir; para este tipo de infraestructura los costos son más elevados, ya que la alimentación se basa en alimentos concentrados e infraestructura especial. Cada uno de los estos métodos tiene ventajas y desventajas que deben ser consideradas por los productores a la hora de implementarlas, a continuación, se muestran las principales (véase la Tabla 3).

**Tabla 3. Características y Ventajas según el Sistema de Manejo**

Característica	Sistema de Manejo		
	Extensivo	Semiintensivo	Intensivo
Costo de inversión en infraestructura	Bajo	Medio	Alto
Demanda de mano de obra	Bajo	Medio	Alto
Costo de Alimentación	Bajo	Medio	Alto
Potencial de uso de plantas forrajeras	Alto	Alto	Bajo
Riesgo de pérdidas por depredadores o robos	Alto	Bajo	Bajo
Programa Profiláctico	No	Si	Si
Producción(Numero de Huevos/Ave/ año)	Entre 60 y 65	Al menos 150	Al menos 300
Producción de carne por unidad de superficie	Bajo	Medio	Alto
Productos saludables y mejor sabor(según percepción del Consumidor)	Alto	Alto	Bajo
Uso de Especies Criollas	Si	Si	No
Potencial de aumento de la productividad	Alto	Medio	Bajo
Velocidad de crecimiento de las aves	Bajo	Medio	Alto

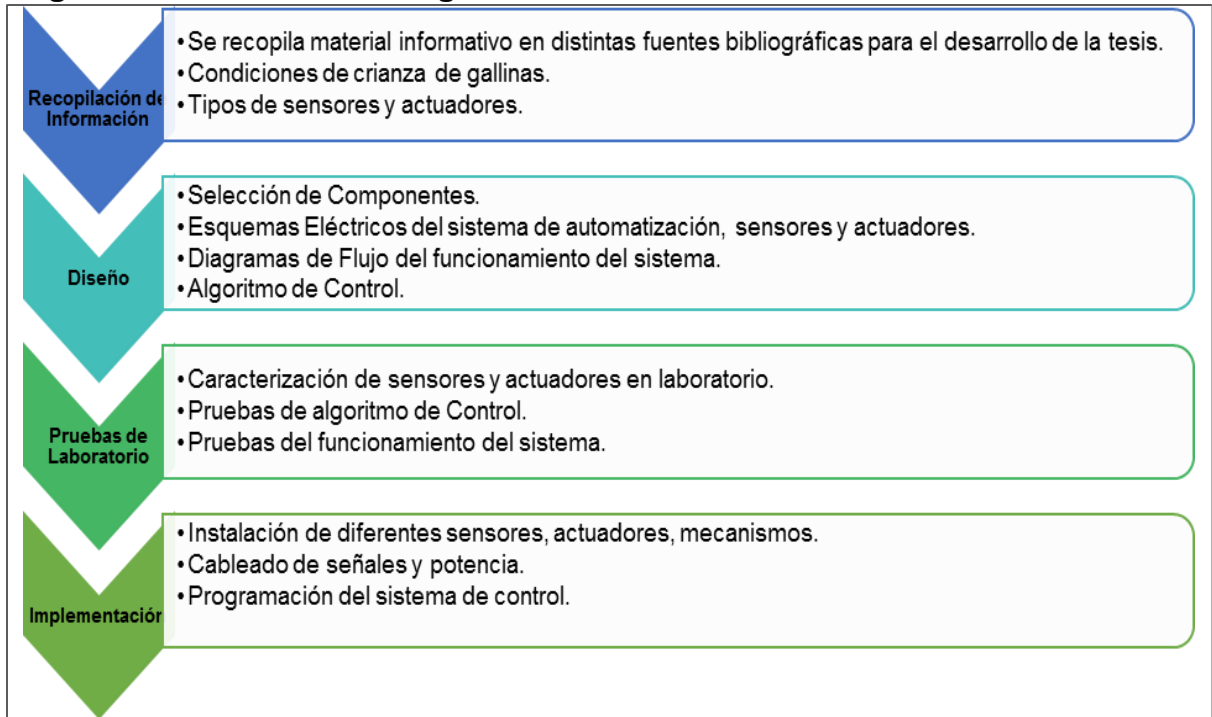
Fuente. VILLANUEVA, Cristóbal; OLIVA, Amada; TORRES, Ángel; ROSALES, Manuel; MOSCOSO, Carlos y GONZÁLEZ, Eunice. Manual de producción y manejo de aves de patio [en línea]. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf)>

<sup>45</sup> VILLANUEVA, Cristóbal; OLIVA, Amada; TORRES, Ángel; ROSALES, Manuel; MOSCOSO, Carlos y GONZÁLEZ, Eunice. Manual de producción y manejo de aves de patio [en línea]. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf)>

## 1.7 METODOLOGIA

Para realizar el proyecto se presentaron varias etapas las cuales se reflejan en la Figura 14.

**Figura 14. Diseño Metodologico**



Fuente. Los Autores

**1.7.1 Fase 1.** En esta fase se recopila material informativo en distintas fuentes bibliográficas para el desarrollo del trabajo.

- Condiciones de crianza de gallinas.
- Sensores y actuadores necesarios.
- Se realizaron investigaciones con el fin de recolectar la información necesaria para implementar un sistema automatizado par un galpón, con el fin de mejorar la calidad del producto y reducir costos en cuanto a la alimentación de las aves.

**1.7.2 Fase 2.** En esta fase se realiza el diseño del proyecto teniendo en cuenta lo siguiente:

- Selección de componentes.
- Esquemas eléctricos del sistema de automatización, sensores y actuadores.
- Diagramas de flujo del funcionamiento del sistema.
- Algoritmo de control.
- Se realiza levantamiento en el terreno para identificar y evaluar el diseño,

montaje y dispositivos a utilizar.

**1.7.3 Fase 3.** En esta fase se realiza pruebas de laboratorio teniendo en cuenta lo siguiente:

- Caracterización de sensores y actuadores en laboratorio.
- Pruebas del algoritmo de control.
- Pruebas del funcionamiento del sistema en campo
- Se lleva a cabo la implementación y programación de los dispositivos empleados en el galpón.

**1.7.4 Fase 4.** En esta fase se implementa el diseño en campo teniendo en cuenta lo siguiente:

- Instalación de diferentes sensores, actuadores, mecanismos de control.
- Cableado de señales y potencia.
- Programación del dispositivo de control.

## 2. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

### 2.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES

Para el desarrollo del proyecto de grado se necesitan los siguientes componentes:

- PIC 16f877a
- Sensor de nivel
- Sensor de peso 611n10Kg/1.0
- Motor DC

#### 2.1.1 Criterios.

➤ **PIC 16f877a.** Se escoge este dispositivo debido a sus características de rendimiento, fácil programación y bajo costo en el mercado, en comparación con otros dispositivos como lo es el PLC o Arduino (véase la Figura 15).

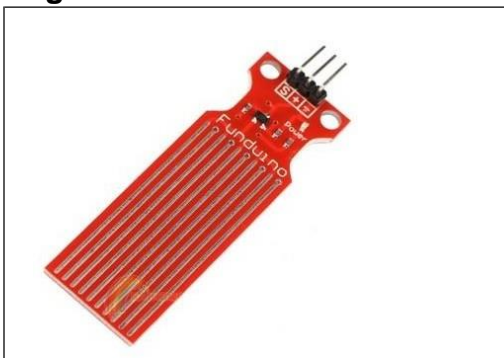
**Figura 15. PIC 16f877a**



Fuente. Los Autores

➤ **Sensor de Nivel funduino.** El sensor de nivel de agua Funduino tiene conexión simple, con dos pines de alimentación (positivo y negativo) y un tercer pin "S", que está conectado a la salida analógica, presentando valores proporcionales a la cantidad de agua detectada (véase la Figura 16).

**Figura 16. Sensor de Nivel Funduino**



Fuente. Los Autores

Entre sus principales características se tiene:

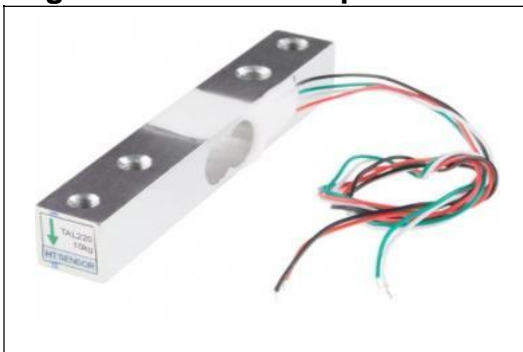
- ✓ El nivel del agua del sensor
- ✓ Sensor de profundidad
- ✓ Sensor de detección de agua
- ✓ Puede ser utilizado como sensor de lluvia
- ✓ Placa tratada químicamente para mayor durabilidad
- ✓ La salida analógica varía según el nivel del agua.
- ✓ Perforaciones para fijación.
- ✓ Bajo costo.

Por otro lado, sus especificaciones son las siguientes:

- ✓ Marca: Funduino
- ✓ Alimentación: 3 a 5V
- ✓ Corriente de trabajo: > 20mA
- ✓ Tensión de salida: 0 ~ 2.3V (con el sensor completamente empapado en agua)
- ✓ Temperatura de funcionamiento: 10 °C a 30 °C
- ✓ Humedad: 10% a 90% (sin condensación)
- ✓ Tipo de sensor: Analógico
- ✓ Proceso de producción: FR4 HASL
- ✓ Área de detección: 40x16mm
- ✓ Dimensiones (CxL): 60x20mm
- ✓ Peso: 3g
- ✓ Peso con embalaje: 3,6g.

➤ **Sensor de peso 611N10KG/1.0.** La celda de carga de punto único clásico es particularmente adecuada para una amplia variedad de aplicaciones industriales, para la determinación de pesos en una sola plataforma con solo un sensor. Esto sucede independientemente de la ubicación de los pesos en la plataforma. La célula de carga de plataforma BR se usa predominantemente en rangos de carga baja (véase la Figura 17)

**Figura 17. Sensor de peso 611n10Kg/1.0**



Fuente. Los Autores

Algunas de sus características son:

- ✓ Para fuerzas de tracción y compresión
- ✓ Disponible en rangos de carga de 5 kg a 100 kg
- ✓ Versión en maceta (clase de protección IP65)
- ✓ Se escoge este tipo de sensor, debido a la capacidad de procesamiento que requiere el dosificador de alimento, es decir; la tolva puede procesar hasta 10 Kg de Alimento y se requiere que este realice los respectivos controles.

#### ➤ Motor de 12 Voltios

**Figura 18. Motor de 12 Voltios**



Fuente. Los Autores

Teniendo en cuenta los siguientes criterios, escogimos el siguiente el motor de 12 Voltios.

✓ **Torsión.** Son muy comunes debido a su alto par de torsión, por lo que son utilizados para cargas o montajes que requieren una gran cantidad de energía para que se muevan; esto simplifica la necesidad de dos etapas separadas (una para iniciar la carga y la otra para mantener la carga en movimiento).

✓ **Velocidad.** Este modelo de motor se clasifica como un motor de velocidad constante. Si la carga disminuye, la corriente en el rotor aumenta; aumentando igualmente, la torsión del motor y su capacidad para devolver la carga a la velocidad correcta.

✓ **Tamaño.** Tener un motor de grandes capacidades en un montaje pequeño puede ser muy importante cuando el espacio es limitado. Los motores serie de corriente continua tienen una alta relación potencia-peso, lo que ayuda a reducir los costes de instalación y proporciona un ahorro de espacio.



✓ **Control.** Los motores serie de corriente continua son algunos de los más fáciles de controlar. Se aceleran si la tensión de entrada es mayor y se vuelven más lentos si la tensión se reduce. Este método controla la velocidad del motor al cambiar la cantidad de tiempo durante el cual se aplica potencia al motor.

Al momento de empezar con el proyecto de grado, se identificó el problema que se quería atacar, la cual es: ¿Cómo darle tiempo al granjero?, sin descuidar y con buenas alimentaciones a las aves. Se quiso optimizar los recursos que se tienen en la graja, así de esta manera reducirían los gastos a la hora de la implementación del proyecto de grado, pero bien ¿Cómo lograrlo? Con la construcción de la puerta, se utilizó una lámina de plástico, y con una lámina que había de las puertas corredizas de los baños que se partió en dos partes, luego pagamos dos correas en la parte de la lámina de plástico y la lámina metálica y con la ayuda de un motor de 12V y 150RPM, se lograría mover la puerta.

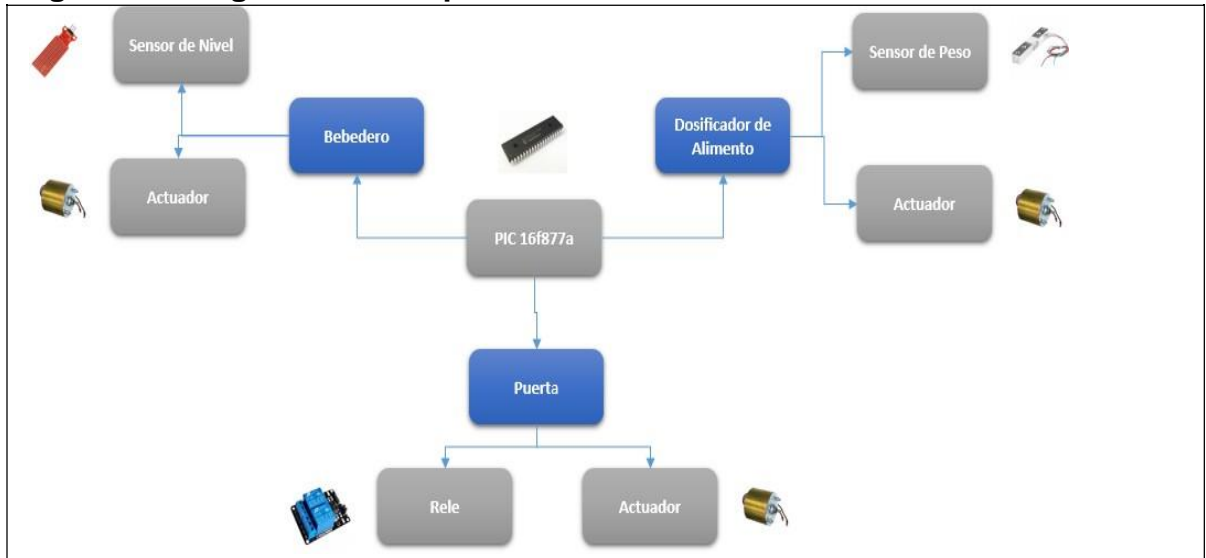
Al momento de hacer las pruebas en campo, fue un poco más sencillo. Al momento de empezar con la construcción del dosificador, este fue más difícil que hacer en comparación con la puerta ya que no se tenía una idea de cómo empezar, era la primera vez que se hacía algo similar, luego de hacer varias investigaciones, ver cuál era la mejor opción que se adaptara a lo que se buscaba, se optó por diseñar un sistema similar al de algunas granjas que ya tienen sistematizado estos procesos, pues bien se utilizó un viejo molinillo, dos engranajes de 13 dientes cada uno, una correa y por último un motor de 12V con 150 RPM, para lograr moverlos. Ya teniendo estos elementos, se tenía la mitad del dosificar apenas.

Para hacer la base del dosificador, se hizo una base de 4 patas a una altura de 1,67mts, se logra hacer al momento de soldar 4 barras metálicas y una olla grande en la parte superior, esta olla se le hace un hueco en la parte de abajo que será por donde pasara la comida de las aves, a este hueco se le unió el molinillo para que pase la comida, en la parte de debajo del molinillo se coloca un tubo el cual será el que proporcionara el paso a la comida a la parte inferior, donde allí tendremos un comedero hecho en tubos de PC, los cuales se le hicieron 4 huecos en formas de óvalos, el cual se sostiene por medio de un alambre que está amarrado al sensor de peso de 5kg el cual activa el motor al estar por debajo de los 4kg de comida, para darle paso a la comida, así de esta manera siempre tendremos alimento constante. El comedero está ubicado a 30cm de altura el cual se puede regular la altura de las aves según las semanas de las aves.

## 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

A continuación, se muestran los diferentes pasos que se utilizarán para el control y automatización de cada uno de los procesos requeridos (véase la Figura 19).

**Figura 19. Diagrama de Bloques**

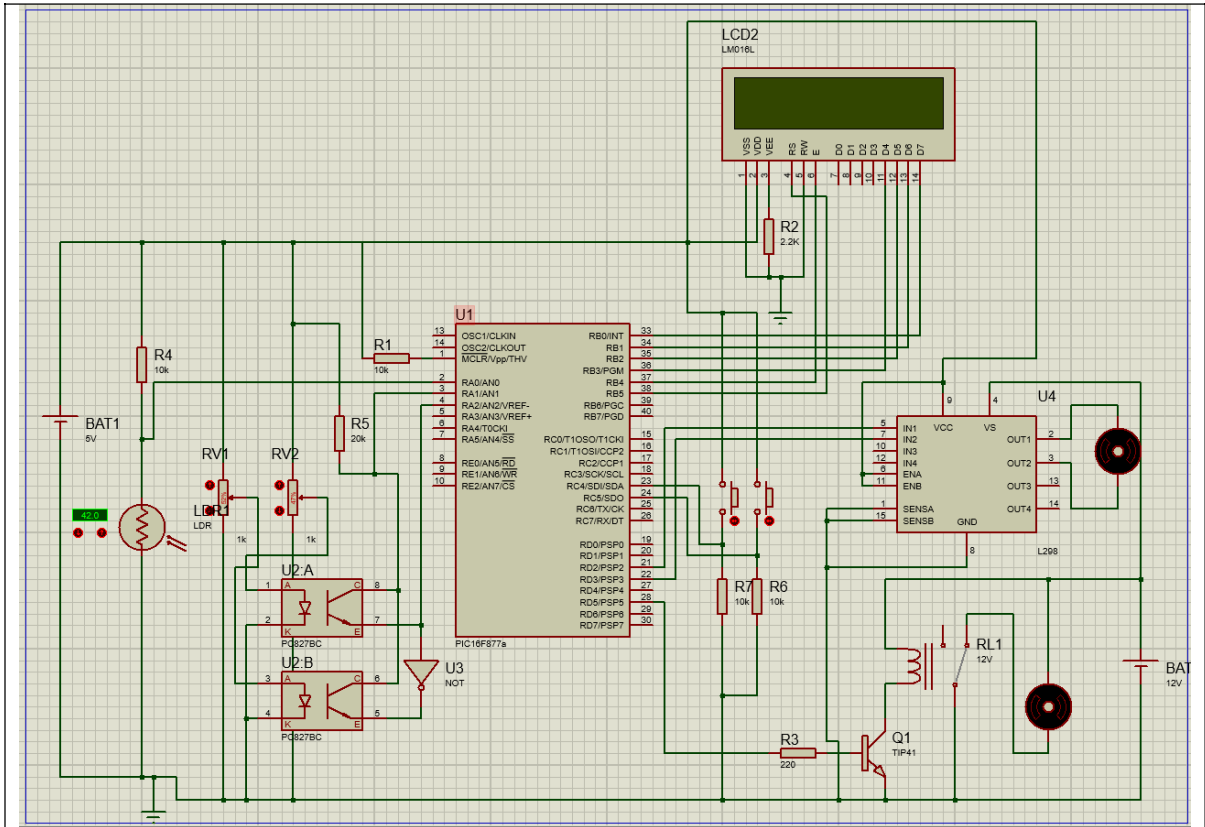


Fuente. Los Autores

✓El diseño del proyecto se dividió en tres (3) fases: mecánico, electrónico, software con la programación del PIC 16f877a.

✓La parte central o CPU, controla los sistemas de: Bebedero, Dosificador de Alimento, Apertura y Cierre de puerta, como valor agregado controla la balanza de peso.

**Figura 20. Muestra el Diagrama Esquemático del Circuito Correspondiente al Módulo de Control PIC 16 f877a**



Fuente. Los Autores

El microcontrolador PIC 16f877a como núcleo central del sistema dosificador de alimento, bebedero de agua, apertura de puerta, y balanza de peso, tiene conexión con todos los módulos del hardware (actuadores-sensores) en sus puertos de entrada y salida, operando a una velocidad de 8MHz. El circuito del controlador está alimentado a 5Vdc. El potenciómetro conectado a la LCD sirve para ajustar el contraste de la luz de la pantalla.

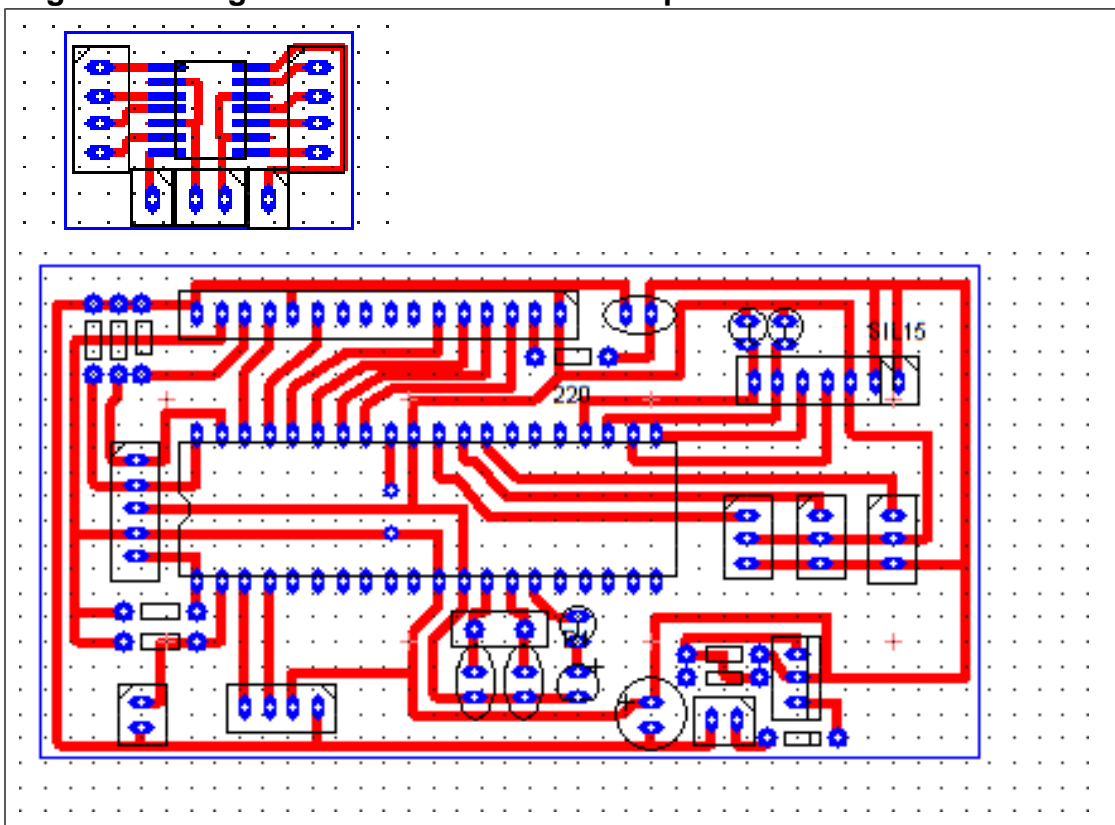
El módulo de los actuadores está conformado por los motores. El motor DC se conecta a una fuente de voltaje de +12 Vdc, así mismo, la señal de control "MOTOR", está conectada al pin del microcontrolador, ésta es activada por el sensor de peso cuando se cumpla con el gramaje esperado, lo cual permite la activación del motor para dosificar el alimento a las aves, ya que, está acoplado a un tornillo sin fin y un juego de piñones para disminuir la velocidad por medio de sistema moto reductor.

El motor de 12 V, se detiene en el momento en que se haya depositado la cantidad de comida especificada en la programación del PIC 16f877a, La

descripción de las características técnicas principales de los componentes electrónicos se encuentra en el numeral de selección de componentes.

**2.2.1 Fuente y reguladores de energía.** El dosificador de alimento, dosificador de agua, control de apertura y cierre de puertas, balanza de peso, entre otros, se encuentran conectados a un tablero de control, dicho tablero utiliza una fuente de energía eléctrica encargada de suministrar la energía requerida por el sistema. La fuente principal del dispensador es de 12V/8A. Para energizar los módulos controladores, sensores estos trabajan a 5V (véase la Figura 21).

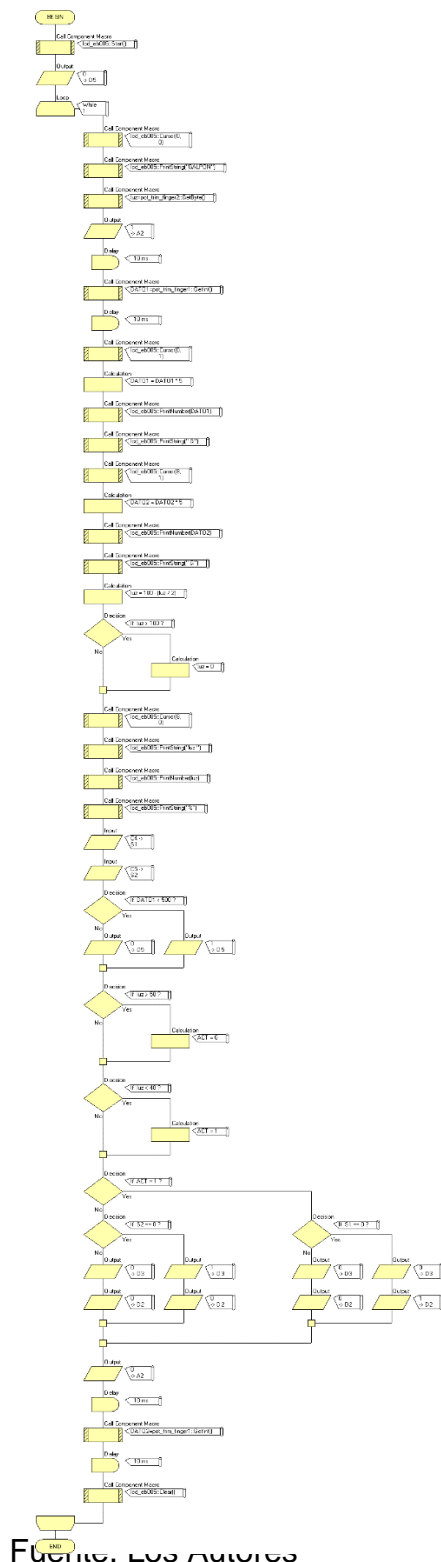
**Figura 21. Diagrama Interno Diseño de Baquela PCB**



Fuente. Los Autores

A continuación se presenta el diseño de placa de circuito, o PCB (Circuito Impreso placa PCB) llamada baquela, ésta teóricamente es una lámina, placa o superficie, que soporta y conecta diversos componentes electrónicos incluido el PIC 16f877a, para permitir el funcionamiento. En otras palabras, es el núcleo del prototipo desarrollado en este proyecto de grado (véase la Figura 21).

**Figura 22. Explicación de las Etapas del Código de Programación**



Fuente: Los Autores

Inicializa el LCD

Coloca el motor RD5 del sistema de dosificado de 3000 gramos en off

Coloca la visualización de GALPON en la posición 0,0 de la LCD

Lee el valor análogo del A0 y lo guarda en la variable "luz" foto

Condiciona la activación del buffer con A2 para que lea el primer valor análogo en el canal A1 de la celda de carga que corresponde al dosificador Y lo guarda el dato en DATO1

Prepara el valor de Dato1 multiplicando el valor por 5 para obtener el peso en gramos, y se imprime en el LCD en la posición 0,1 y se le agrega el carácter de G que hace relación a gramos. "dosificador"

Prepara el valor de Dato2 multiplicando el valor por 5 para obtener el peso en gramos, y se imprime en el LCD en la posición 8,1 y se le agrega el carácter de G que hace relación a gramos. "balanza"

Con el valor leído del puerto análogo A0 que corresponde a la variable luz la revaluamos y limitamos para que nos de un máximo de 100 y un mínimo de 0 para tener un porcentaje acorde a la cantidad de luz que incide en el sensor

El valor de luz de 0 a 100 % lo imprimimos en la LCD en la posición 0,8 y le adicionamos "%

Leemos el valor de RC4 lo guardamos en S1 Y el valor de RC5 lo guardamos en S2 que corresponde a los finales de carrera de la

Realizamos el control ON, OFF del dosificado evaluando el valor de Dato1 y verificando que sea menor a 3000 Gramos Con lo cual activamos y desactivamos RD5 que corresponde al motor del dosificador

Condicionamos la variable luz entre 40% y 50% del valor para que act=0 el cierre de la puerta del galpón como act=1 cuando esta se abrirá

El valor para que act=0 el cierre de la puerta está a la espera de un final de carrera que limita la operación del motor en ese sentido "S1", como act=1 cuando esta se abrirá y se limita el motor en ese sentido cuando esta llega al límite con otro final de carrera "S2"

Condiciona la activación del buffer con A2 para que lea el primer valor análogo en el canal A1 de la celda de carga que corresponde a la balanza Y lo guarda el dato en DATO2

Limpiamos la LCD

### 3. PRUEBAS

#### 3.1 DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Para las pruebas del prototipo se seleccionó la finca Villa los Pablos ubicada en la Mesa – Cundinamarca y en donde se crían gallinas ponedoras (véase la Figura 23), en la cual se realizaron diferentes pruebas a cada uno de los elementos que se mencionan en la Tabla 4, dejando evidencia fotográfica del proceso (véase el Anexo).

**Figura 23. Gallina en Galpón Finca Villa los Pablos**



Fuente. Los Autores

**Tabla 4. Características Elementos Utilizados**

ELEMENTO	CARACTERISTICAS
PIC16F877A	*Memoria de 8kb de ROM. *Memoria 368 x 8bytes de RAM. *Voltaje de alimentación de 2V a 5,5V. * Un total de 33 pines salida/entrada *Se puede reprogramar hasta un total de 100.000 veces
MOTORES	*Funcionan con 12V de alimentación. *Tiene un peso aproximado de 300gr. *Velocidad de 100RPM.
MOTOBOMBA 12V	*Fuente de alimentación de 12V. *La dirección de rotación puede cambiar, así la entra y la salida son intercambiables.
SENSOR DE PESO	*Tiene un tamaño de 80mm * 12,7mm * 12,7mm. *Funciona con una corriente <1,5 mA. *Voltaje de alimentación de 2,7V - 5V.

Fuente. Los Autores

Al finalizar cada una de las pruebas se unieron y acoplaron en el código que se cargó en PIC, para el funcionamiento y proyecto deseado al final.

En la realización de pruebas se utilizaron 2 aves, con la primera se medía el crecimiento con alimentación de forma manual durante 4 semanas, y tomando los datos de medición cada 2 días. Con la segunda ave se utilizó para tomar su crecimiento con alimentación automática, y como con la anterior, se tomaba los datos de medición cada 2 días. La información se puede visualizar en la tabla 5 y 6. El instrumento de medición fue una balanza y el patrón de medición son las unidades de gramos.

**3.1.1 Bitácora de crecimiento con alimentación de modo manual y crecimiento con alimentación de modo automático (avance).** Para poder mostrar la eficiencia del sistema se llevó una bitácora de crecimiento manual y automática, comparando los cambios en el peso de las gallinas en diferentes fechas (véase las Tablas 5 y 6)

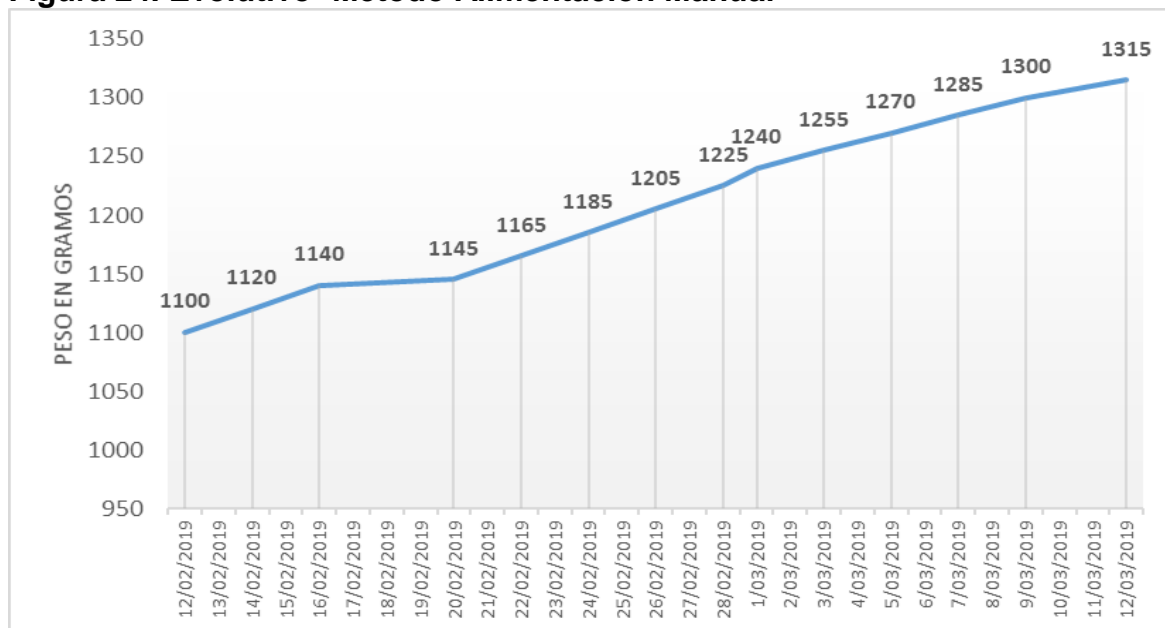
**Tabla 5. Bitácora crecimiento ave- Alimentación Manual**

Fecha de Medición	Peso Gramos
12/02/2019	1100
14/02/2019	1120
16/02/2019	1140
20/02/2019	1145
22/02/2019	1165
24/02/2019	1185
26/02/2019	1205
28/02/2019	1225
01/03/2019	1240
03/03/2019	1255
05/03/2019	1270
07/03/2019	1285
09/03/2019	1300
12/03/2019	1315

Fuente. Los Autores

De acuerdo con los registros de alimentación manual, el peso de las gallinas alimentadas con este sistema pasó de 1100 gramos a 1315 gramos es decir 215 gramos en un período de tiempo de 1 mes (véase la Figura 23)

**Figura 24. Evolutivo -Metodo Alimentación Manual**



Fuente. Los Autores

**Tabla 6. Bitácora Crecimiento ave- Alimentación Automático**

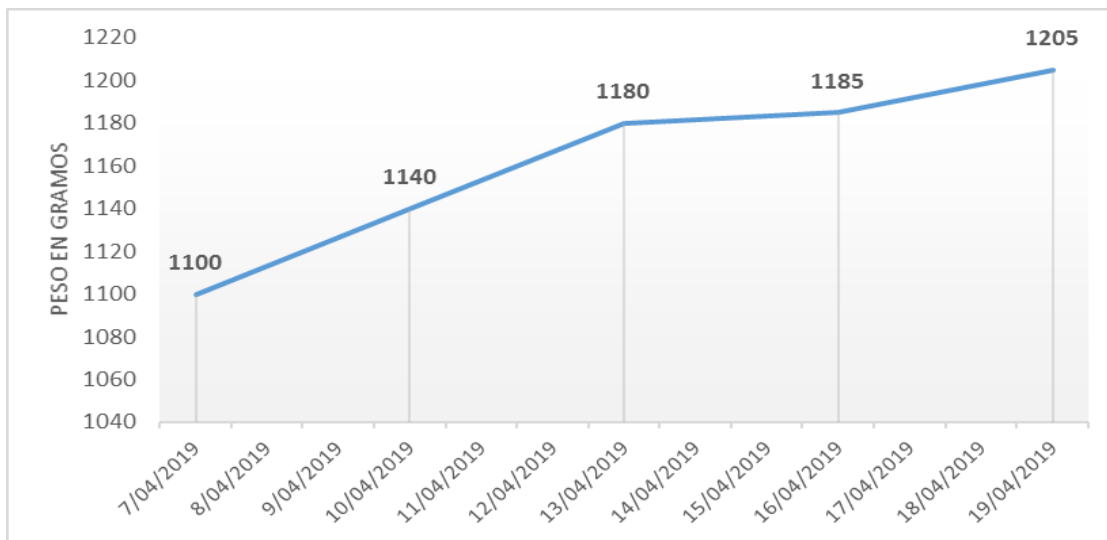
Fecha de Medición	Peso Gramos
07/04/2019	1100
10/04/2019	1140
13/04/2019	1180
16/04/2019	1185
19/04/2019	1205

Fuente. Los Autores

Por otro lado, el peso de las gallinas alimentadas con sistema automático pasó de 1100 gramos a 1205 gramos es decir 105 gramos en un período de tiempo de 12 días (véase la Figura 24)



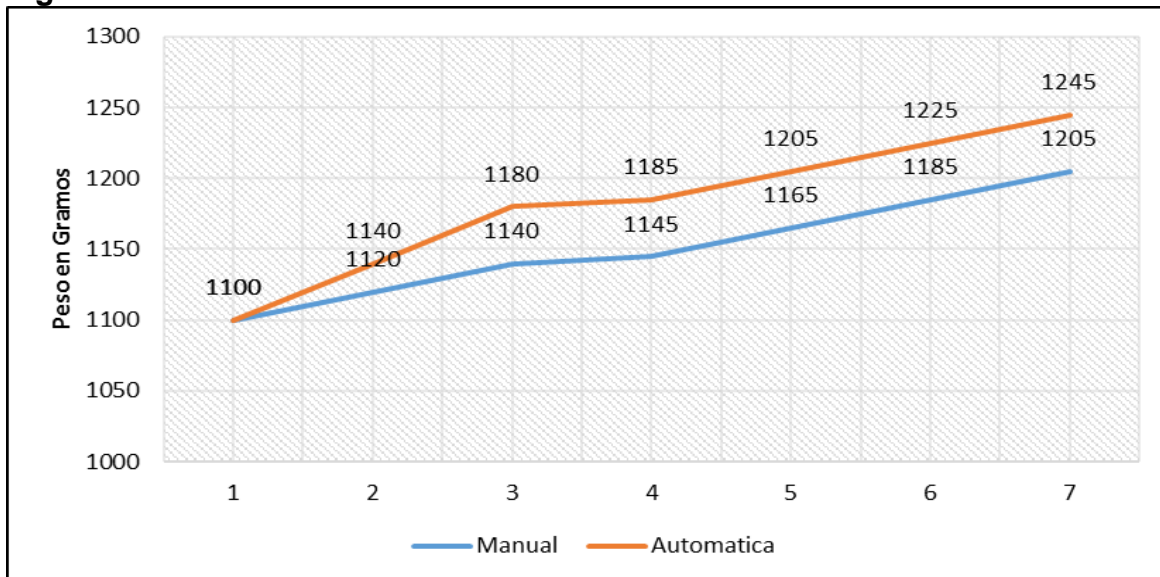
**Figura 25. Evolutivo-Metodo Alimentacion Automatica**



Fuente. Los Autores

**3.1.2 Comparativo bitácora manual vs automático.** De acuerdo con las mediciones de peso de las gallinas, se obtuvo que las gallinas que fueron alimentadas con el sistema de alimentación automatizada tuvieron un mejor aumento de su peso, comparado con el aumento de peso de las gallinas alimentadas manualmente (véase la Figura 26)

**Figura 26. Alimentacion Manual Vs Alimentacion Automatica**



Fuente. Los Autores

#### 4. CONCLUSIONES

- El proyecto de grado presentado en este documento se denomina “Automatización de Apertura de Puertas y Dosificación de Agua y Alimentos para un Recinto Avícola” que consiste en el desarrollo de un prototipo probado en campo, que puedan dosificar el alimento y el agua para aves de corral, de manera programada, adicionalmente, puede controlar la apertura y cierre de puertas, según lo establecido en la programación. El núcleo principal de este proyecto de grado es el PIC 16f877a.
- El diseño del prototipo se dividió en tres (3) fases: mecánico, electrónico, software con la programación del PIC 16f877a.
- La parte central o CPU, controla los sistemas de Bebedero, Dosificador de Alimento, Apertura y Cierre de puerta, como valor agregado controla la balanza de peso.
- El tanque o tolva se fabricó en acero inoxidable debido a sus propiedades físicas que cumplen con los requerimientos en el mercado para el almacenamiento de comida y es un material inmune a contraer bacterias, esto, siempre y cuando se realice un proceso de higiene y mantenimiento periódico.
- El sistema dosificador de alimento funciona con base en un motor DC de 12 Voltios, que regula la dosificación del alimento por medio de un sensor de peso activando un tornillo sin fin, mediante una relación mecánica entre piñones.
- El sistema o estructura del galpón cuenta con un tablero de control encargado de operar y generar alimentaciones de voltaje para el Controlador, Sensores, Actuadores.
- Es importante validar las características de funcionamiento y trabajo de cada uno de los dispositivos utilizados, lo anterior debido a que una mala polarización o conexión de los elementos causa deterior en los elementos.
- El PIC 16f877a debe estar aislado de los demás dispositivos y éste debe protegerse con un tablero de control.
- Durante las pruebas con el software pickit 2, se evidenció que al realizar la simulación de la conexión entre los componentes el PIC funcionó de manera correcta.
- Se evidenció una mejoría en el engorde en las gallinas, al momento de ejecutar la automatización de alimento y bebida.

- Al momento de poner en funcionamiento la automatización del galpón, se pudo observar que el granjero tiene más tiempo para la realización de otras actividades del campo y para generar ingresos adicionales.
- Es importante que la infraestructura esté aterrizada con Polo a tierra, debido a que una descarga eléctrica puede desconfigurar la programación del PIC16f877a.
- . Los parámetros de configuración y programación ingresados por el usuario de manera local son almacenados en la memoria EEPROM interna del microcontrolador PIC 16f977a.
- El sensor de carga 611n10Kg/1.0 es el transductor que permite realizar la lectura de la variable: cantidad de comida depositada en el comedero de las gallinas. La celda es ubicada con un tensor en forma de V en el aire que sostiene el comedero, y en donde cae la comida del dispensador. Éste tiene una capacidad de fabricación hasta de 5Kg y 100 kg, pero por programación se limita la dosificación del alimento en porciones de hasta 4 Kg. El consumo de energía del sensor es bajo (<40mA) y es conectado a un voltaje de excitación de 5V.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener presente la capacidad máxima (10 kg) de trabajo de almacenamiento de la tolva, ya que puede ocasionar un posible rebose o escape de alimento.
- Se recomienda aislar los sensores, actuadores entre otros del agua, debido a que el contacto con superficies húmedas ocasiona daños en los mismos.
- Se recomienda Investigar otros tipos de materiales de construcción para ofrecer variedad en el diseño del dosificador de alimento.
- Mejorar en el futuro la capacidad del motor de 12V a 24V, teniendo en cuenta los periodos de trabajo a los que va a estar expuesto.
- Se recomienda que cada cierto período de tiempo, se realicen estudios de usabilidad de los dispositivos por medio de encuestas en campo, para medir el nivel de aceptación del proyecto.
- Se recomienda tener una muestra representativa de aves, al momento de realizar las pruebas del prototipo, ya que con esto se tendrá un margen de error mínimo en los datos de medición.

## BIBLIOGRAFIA

ABRIL, Marco; LEMA, Evelyn y ORTIZ, Hugo. Automatización del Bobinado Industrial de Fleje Plástico Mediante Motores Eléctricos Basados en Algoritmos de Control de Movimiento. En: MASKAY. Noviembre- diciembre, 2016. vol. 6, no. 1.

ACOSTA. Edison y LEÓN, Daniel. Prototipo de control para un cultivo de tomate cherry en un invernadero. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2015. 120 p.

AECO SRL. Sensores De Posición [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.aecosensors.com/index.cfm?fuseaction=prodottiCatPadre&id=30&titolo=POSITION%20SENSORS&CFID=1068590&CFTOKEN=513fdbcd8520080-5E17C16A-D053-DEFB-674C355B87A049E3&languageID=ES>>

AGUILERA DÍAZ MARÍA. Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología. En: Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional. Diciembre, 2014. no. 14.

CASTILLO, Efraín. Métodos de Medición Nivel [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/249226144/Metodos-de-Medicion-Nivel>>

ECURED. Métodos de medición de nivel [en línea]. Bogotá: Ecured [citado 9 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos\\_de\\_medici%C3%B3n\\_de\\_nivel](https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_medici%C3%B3n_de_nivel)>

EGÜEZ, Gustav y VÁSCONEZ, JAIME. Automatización del Galpón de crianza avícola A-1. Quito: Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Eléctrica y Electrónica. Modalidad trabajo de grado, 2007. 133 p.

FLORES, A. Programas De Alimentación En Avicultura: Ponedoras Comerciales [en línea]. Lima: Trouw Ibérica [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/PROGRAMA-DE-ALIMENTACION-EN-AVICULTURA.pdf>>

FRANCO, Edian. Los transformadores y sus aplicaciones [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.monografias.com/trabajos63/transformadores/transformadores3.shtml>>

GÄLMICH, Esteban. Motores Eléctricos [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/15270561/MOTORES\\_ELECTRICOS.\\_5.1\\_Tipos\\_de\\_Motores](https://www.academia.edu/15270561/MOTORES_ELECTRICOS._5.1_Tipos_de_Motores)>

GERNAT, Abel. Bebedores de válvula para ponedoras comerciales [en línea]. Cataluña: Avicultura Profesional [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi\\_a1994m11v36n11/selavi\\_a1994m11v36n11p735.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1994m11v36n11/selavi_a1994m11v36n11p735.pdf)>

GONZALÉZ, Juan; MONROY, Juan y PATARROYO, Audrey. Monitoreo de variables ambientales influyentes en la crianza de pollos de engorde utilizando redes de sensores inalámbricas. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2011. 102 p.

HERRERA, Jean Carlos y MEDINA, Manuel. Diseño de un sistema automático de selección de frutos de café mediante técnicas de visión artificial. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe. Facultad de Ingeniería Mecatrónica. Modalidad trabajo de grado, 2015. 98 p.

INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO NICARAGÜENSE. Manual del manejo eficiente de gallinas [en línea]. Managua: El Instituto [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf>>

JIMÉNEZ V., Jaime. Tipos de sensores actividad [en línea]. Bogotá: Academia.com [citado 21 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: [https://www.academia.edu/37477347/TIPOS\\_DE\\_SENSORES\\_actividad](https://www.academia.edu/37477347/TIPOS_DE_SENSORES_actividad)>

JIMÉNEZ, Ariel. Sensores de nivel de tipo ultrasónico, fotoeléctrico, radioactivo y por microondas [en línea]. Bogotá: Blogspot [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://medirvariables.blogspot.com/2010/04/medicion-de-nivel.html>>

MARMOLEJO, Rubén E. Microcontrolador – qué es y para qué sirve [en línea]. Guadalajara: Universidad de Guadalajara [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>>

MERLOTE, Héctor. PIC 16F877. Estudio de la estructura interna del PIC 16F877 [en línea]. Bogotá: Wordpress [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://cifpn1hctorm.wordpress.com/2013/04/10/estudio-de-la-estructura-interna-del-pic-16f877/>>

MORENO MARTINEZ, José. Especial Instalaciones [en línea]. Madrid: Revista Selecciones Avícolas [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/7/6162-instalaciones-para-pollo-de-engorde.pdf>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN. Manual de Capacitación para trabajadores de Campo en América Latina y el Caribe [en línea]. Roma: FAO [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s00.htm#TopOfPage>>

------. Con concentrados caseros Mejore la alimentación de sus aves y aumente la producción [en línea]. Bogotá: FAO [citado 10 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/3/a-au201s.pdf>>

PEY, Joan. Manejo De Bebederos De Tetinas Para Pollos De Engorde [en línea]. Madrid Revista Selecciones avícolas [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/7/006-013-Manejo-bebederos-tetinas-pollos-engorde-SA201407-SA201407.pdf>>

PUGA, Ezequiel. Curso básico de instrumentación [en línea]. Bogotá: Slideshare [citado 9 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.slideshare.net/edaceropedazo/2-curso-basico-de-instrumentacion-1>>

REVISTA PORTAFOLIO. El sector avícola crecería 5,6% en el 2017 [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 6 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.portafolio.co/economia/el-sector-avicola-crecera-503863>>

ROSALER, Robert, y RICE, James. Manual de mantenimiento industrial. Tomo III. México: McGraw-Hill, 1975. 344 p.

SALAMANCA PLAZAS. José. Automatización [en línea]. Bogotá: Scribd [citado 28 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.scribd.com/document/345108666/actividad-1-208021-13>>

SANCHEZ, Manuel D. Revista de la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) [en línea]. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2004/REVISTA%2003%20Y%2004/19%20ESTRATEGIAS%20ALIEMENTICIAS.pdf>>

SAPIENSMAN. Sensores de nivel tipo capacitivo [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 abril, 2018]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sapiensman.com/tecnoficio/docs/doc62.php>>

SARMIENTO DIAZ, Miguel Ángel y VARGAS VELEZ, Pierre Iván. Comedero automatizado para pollos de engorde. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Modalidad Trabajo de grado, 2014. 145 p.

SEGOVIA, Andrez. Diseño e implementación de prototipo para sistema automatizado de recolección y extracción de codornaza en módulos de explotación de codorniz. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2014. 119 p.

SERRANO, José Abelardo. Si el mercado lo permite [en línea]. Bogotá: En Colombia [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://encolombia.com/veterinaria/publi/fenavi/f84/fenav-26/>>

SILVERINSTRUMENTS. Sensor de nivel [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.silverinstruments.com/blog/the-working-principle-of-ultrasonic-level-sensor.html>>

TALLERES ELECTRICOS BRIM. Motores de corriente directa [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 3 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://tallereselectricosbrim.com/blog-dynamic/84-motores-electricos-de-corriente-continua-c-c->>

TIRADO SERGIO. Motores de corriente directa [en línea]. Bogotá: Monografías.com [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtml>>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Motor eléctrico aplicaciones [en línea]. Madrid: La Universidad [citado 9 abril, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/527-motor-el%C3%A9ctrico%3Ftmpl=component&print=1.html>>

VARGAS GUATIVA, Javier Andrés; LÓPEZ VELÁSQUEZ, Jeison Andrés y CONDE CÁRDENAS, Leonardo. Sistema de Instrumentación y Control para Tanques de Almacenamiento de Agua Potable [en línea]. Madrid: Universidad de La Rioja [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5980485>>

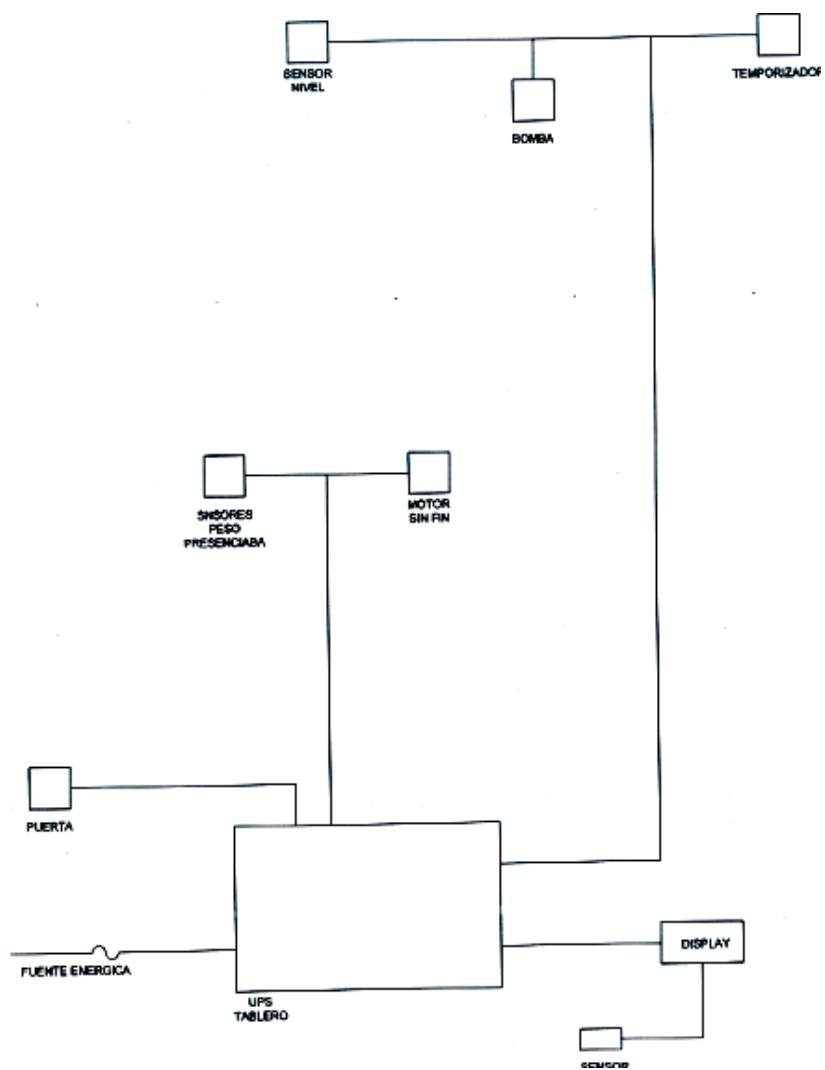
VILLANUEVA, Cristóbal; OLIVA, Amada; TORRES, Ángel; ROSALES, Manuel; MOSCOSO, Carlos y GONZÁLEZ, Eunice. Manual de producción y manejo de aves de patio [en línea]. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [citado 25 marzo, 2019]. Disponible en Internet: <URL: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf)>



WIKIPEDIA. Sensor Capacitivo [en línea]. Bogotá: Wikipedia [citado 9 abril, 2019].  
Disponibile en Internet: <URL: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_capacitivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_capacitivo)>

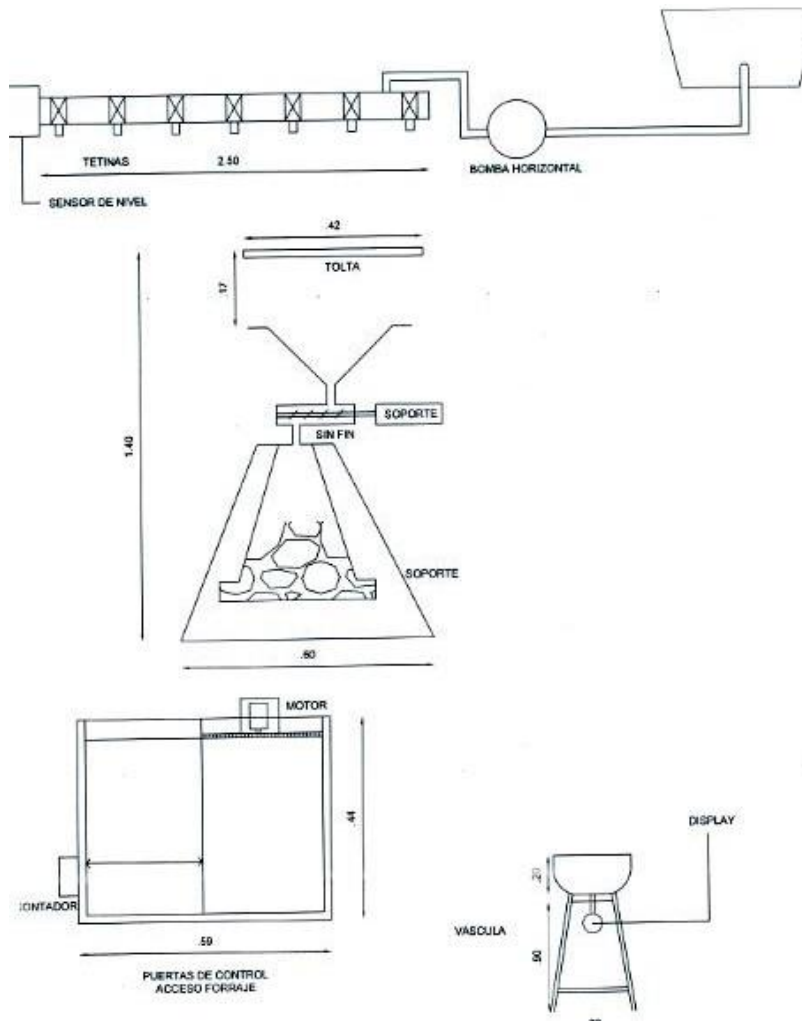
## ANEXOS

### Anexo A. Diseño tablero de Control para recinto agrícola



Distribución de componentes electrónicos tablero de control recinto agrícola.

## Anexo B. Diseño ubicación de elementos al interior de recinto avícola



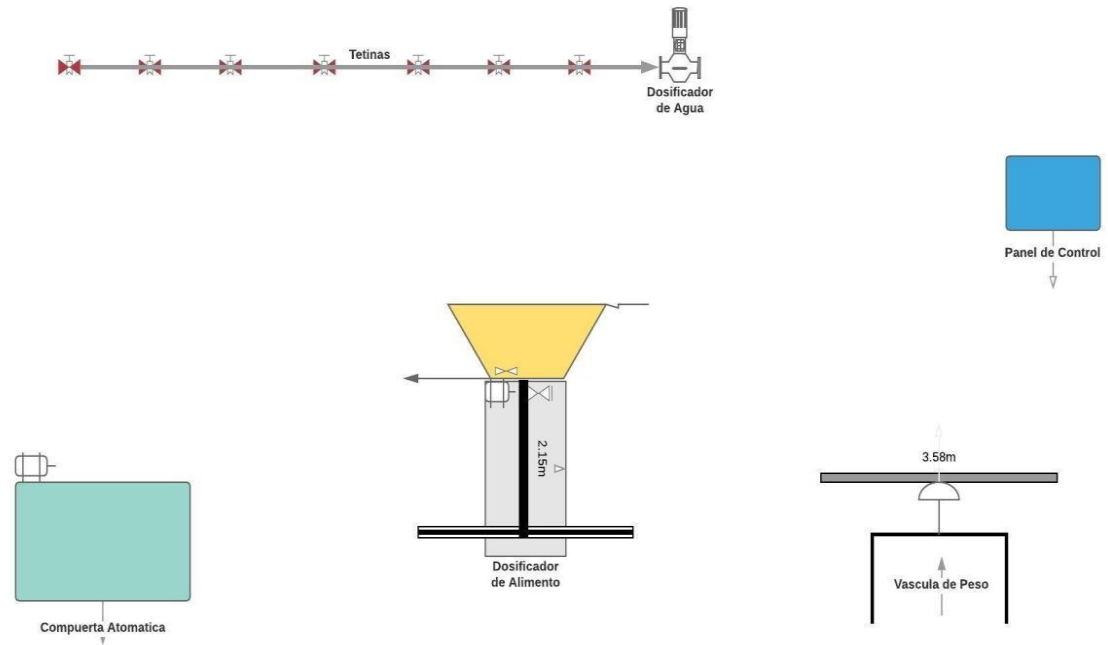
### Prototipos implementados al interior del recinto avícola.

- ✓ Dosificador de Agua.
- ✓ Dosificador de Alimento.
- ✓ Puerta de apertura y cierra.
- ✓ Balanza de peso.

## Anexo C. Diseño ubicación aérea de Elementos

### DIAGRAMA BASICO UBICACIÓN INTERIOR DE ELEMENTOS GALPÓN AUTOMATIZADO

Javier | April 25, 2019



### Ubicación de Prototipos implementados al interior del recinto avicola.

- ✓ Dosificador de Agua.
- ✓ Dosificador de Alimento.
- ✓ Puerta de apertura y cierra.
- ✓ Balanza de peso.
- ✓ Panel de Control.

#### Anexo D. Prueba funcionamiento dosificador de alimentos



Implementación y funcionamiento en campo del dosificador de Alimento.

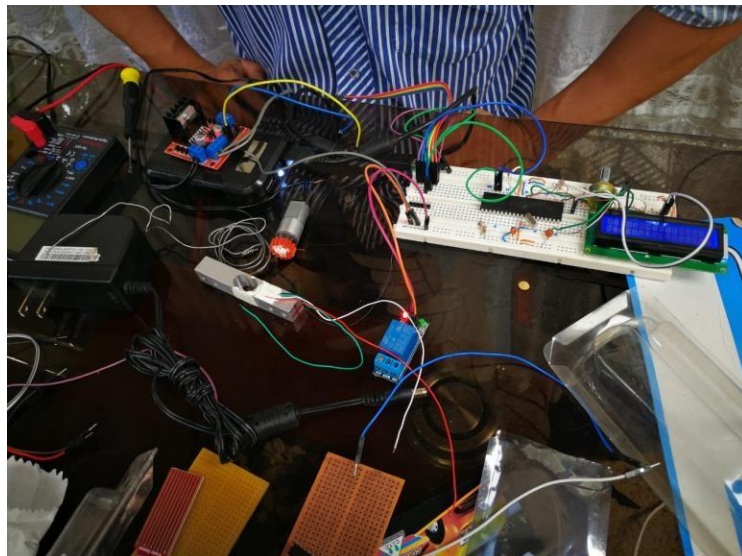
## Anexo E. Prueba Funcionamiento Dispositivo Medidor o Balanza de Peso



## Anexo F. Construcción Panel de Control para recinto Avícola



**Anexo G. Pruebas Electrónicas de Sensores y Actuadores, Después de la Programación del PIC 16f877a**





## Anexo H. Caja de Control Implementada en Campo.



## **Anexo I. Funcionamiento de apertura y cierre de puerta en Campo.**



## **Anexo J. Funcionamiento de Dosificador de Agua en Campo.**

